

INFRAESTRUCTURA

Directrices de política y aspectos ECONÓMICOS DE ASIGNACIÓN Y USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO



Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico

El presente estudio sobre las Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico fue preparado por el Dr. Raúl Katz (Profesor Columbia Business School, Estados Unidos) Presidente Telecom Advisory Services LLC) bajo la supervisión de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (BDT) y en estrecha colaboración con la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT (BR).

ISBN:

978-92-61-17823-9 (Versión papel)

978-92-61-20913-1 (Versión electrónica)

978-92-61-20923-0 (epub)

978-92-61-20933-9 (moby)



Antes de imprimir este informe, piense en el medio ambiente.

© ITU 2016

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

Es un gran gusto para mí presentar este informe UIT sobre directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico, preparado por la Oficina del Desarrollo de las telecomunicaciones (BDT) en coordinación con la Oficina de Radiocomunicaciones (BR).

Este estudio identifica líneas directrices sobre política y aspectos económicos relacionados con la asignación y uso del espectro radioeléctrico que permitan tanto a las Autoridades nacionales de regulación (ANR), a los tomadores de decisiones y a los operadores de servicios de telecomunicaciones/TIC poder utilizar el espectro de una manera óptima y eficiente. El objetivo de estas líneas directrices es sacar el mayor provecho en el corto y largo plazo de la gestión del espectro radioeléctrico, a la vez manteniendo el balance necesario con otros elementos claves, como lo son las obligaciones de cobertura, mercado secundario, y la competencia. Asimismo, este estudio brinda una apreciación económica del impacto que tiene en la prestación de los servicios tradicionales y digitales, las condiciones y el valor que se paga en una subasta de frecuencias.

Confío en que los resultados de este informe servirán como una guía estratégica para ayudar a los Miembros de la UIT y todos los interesados en sus discusiones y toma de decisiones sobre la asignación y gestión del espectro de frecuencias radioeléctricas con vistas a maximizar la eficiencia técnica, los efectos económicos y el impacto social.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Brahima Sanou'.

Brahima Sanou

Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT

Prólogo	iii
Introducción	1
1 Principios económicos, técnicos y sociales que rigen la asignación y uso de espectro	2
1.1 El concepto de espectro radioeléctrico	2
1.2 La administración del espectro radioeléctrico	3
1.3 Principios generales de administración del espectro radioeléctrico	8
2 Modelos de asignación de espectro radioeléctrico	10
2.1 Subastas	10
2.2 El concepto de mercado secundario	16
2.3 La compartición de espectro	18
2.4 Conclusión	23
3 Aspectos económicos y de mercado a considerar en la asignación y uso de espectro radioeléctrico	23
3.1 Metodologías para la valoración del espectro	23
3.2 Estimación del valor económico del espectro no sometido a licencia (bandas de uso general)	30
3.3 Ejemplos internacionales de valoración de espectro	31
3.4 Beneficio económico y social	32
4 Principios de política pública y regulatoria que rigen la asignación y uso del espectro radioeléctrico	36
4.1 Demanda de espectro	36
4.2 El dividendo digital	39
4.3 Metodología para valoración del dividendo digital	47
5 Líneas directrices de asignación y uso del espectro radioeléctrico	50
5.1 Importancia de definir los objetivos nacionales de desarrollo económico y social que deban ser maximizados en la asignación y uso del espectro	50
5.2 Necesidad de implementar la planificación de largo plazo en la asignación y uso de espectro basada en el análisis de impacto económico	51
5.3 Utilizar la planificación de largo plazo como marco de análisis que permita decisiones tácticas para adaptarse a cambios en el entorno	51
5.4 La planificación de largo plazo y los ajustes tácticos deben establecer cuánto espectro debe ser distribuido y cuántos operadores deben participar en un mercado nacional	52
5.5 Definir cuidadosamente el modelo de subasta adecuado	52
5.6 Considerar el desarrollo de mercados secundarios	53
5.7 Considerar abordajes alternativos que permitan la utilización eficaz del espectro	53
5.8 Desarrollar la capacidad interna dentro de la autoridad responsable de gestionar el uso del espectro para calcular el valor económico del mismo	54
5.9 Considerar que, en caso de que la asignación de espectro sea realizada mediante subastas, la falta de transparencia pueda afectar el valor económico estimado	54
5.10 Implementar de manera continua el análisis económico que permita maximizar los beneficios económicos y sociales derivados de una gestión apropiada del espectro	54

5.11 Implementar cambios organizativos y de recursos humanos para construir la capacidad analítica interna en el organismo de gestión de espectro	55
6 Conclusiones	55
Bibliografía	57

Lista de cuadros, figuras y recuadros

Cuadros

Tabla 1: Usos y Propiedades de Bandas del Espectro Radioeléctrico	2
Tabla 2: El espectro como recurso económico	3
Tabla 3: África: Base instalado de telecomunicaciones móviles (in '000'000)	5
Tabla 4: Espectro asignado a Servicios Móviles IMT (in MHz)	5
Tabla 5: Ventajas e Inconvenientes de los modelos de subastas	12
Tabla 6: Análisis comparativo de subasta tradicional a subasta de espectro	14
Tabla 7: Estados Unidos: Normas y tecnologías operando en bandas de uso general	19
Tabla 8: América Latina: Subastas de espectro (2006-15)	26
Tabla 9: América Latina: Penetración de Banda Ancha Móvil (porcentaje de la población) (2009-2013)	32
Tabla 10: Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del empleo	35
Tabla 11: Bandas IMT identificadas (WRC-15)	38
Tabla 12: Cálculo del valor social de reasignación de la banda de 700 MHz a la telefonía móvil	45
Tabla 13: Evaluación comparada de valor en la asignación de espectro	45
Tabla 14: Niveles de análisis del Dividendo Digital	46

Figuras

Figura 1: Senegal: PIB por industria (1980-2012) (en CFA '000'000'000)	4
Figura 2: África: Impacto económico de las telecomunicaciones móviles versus penetración	4
Figura 3: Paradigmas en el asignación del espectro	7
Figura 4: Modelos de Asignación de Espectro	8
Figura 5: Contribución económica de la banda ancha	34
Figura 6: Evolución de las generaciones de redes móviles	37
Figura 7: Crecimiento de base instalada de terminales generadores de tráfico	38
Figura 8: Estructura del modelo de impacto económico y social del Dividendo Digital en Asia	43
Figura 9: Marco teórico de base de la metodología de valoración	47
Figura 10: Estructura del modelo de demanda	48
Figura 11: Calculo de beneficios	49
Figura 12: Contribución económica de la oferta futura de servicios de radiodifusión	49

Cajas

Cuadro 1 – Experiencia en América Latina	18
--	----

Introducción

El espectro es un recurso natural, no renovable, y escaso, por lo que su uso implica un costo de oportunidad¹. Aunque se suele pensar que la escasez de espectro podría ser menos crítica en algunos países de América Latina, en muchos casos los operadores de telecomunicaciones piden procesos de asignación de espectro más óptimos que les permitan acceder a mayor ancho de banda para acomodar las exigencias del creciente tráfico. Por otra parte, las Autoridades Nacionales de Regulación (ANR) responsables de la gestión del espectro deben establecer un balance entre estas licencias y sus costos, con otros elementos claves como las obligaciones de cobertura asociadas (para contribuir a la reducción de la brecha digital) y los topes de espectro (para garantizar la competencia evitando su acaparamiento). Estas múltiples perspectivas demuestran la necesidad de gestionar el espectro radioeléctrico, con vistas a maximizar eficiencias técnicas, efectos económicos e impacto social.

El espectro radioeléctrico es reconocido a nivel mundial como un recurso que requiere estricta gestión y control de los estados con el fin de alcanzar los propósitos y objetivos de una nación, cumpliendo con los marcos normativos estatales e internacionales y considerando recomendaciones, procedimientos y disposiciones señalados por organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y cumpliendo con los acuerdos, convenios y tratados internacionales de carácter vinculante de un país. En este sentido, y considerando la creciente demanda de espectro radioeléctrico en las próximas décadas, el estudio e implementación de mecanismos que promuevan la eficiencia técnica y económica en el uso del espectro aumentando la oferta del mismo, así como la disminución de barreras de acceso para promover la dinámica competitiva de los mercados en beneficio de los usuarios, se convierte en un eje fundamental en los procesos regulatorios de las telecomunicaciones en cada país.

El presente estudio busca brindar directrices sobre política y aspectos económicos relacionados con la asignación y uso del espectro radioeléctrico, que permitan tanto a las ANR, a los tomadores de decisiones y a los operadores de servicios de telecomunicaciones/TIC poder utilizar el espectro de una manera óptima y eficiente, buscando sacar el mayor provecho al mismo en el corto y largo plazo, manteniendo el balance necesario con otros elementos claves (obligaciones de cobertura, mercado secundario, entre otros). Asimismo, este estudio busca brindar una apreciación económica del impacto que tiene en la prestación de los servicios, las condiciones y el valor que se paga en una subasta de frecuencias. Para ello, este reporte contiene 6 Capítulos que se resumen a continuación:

El capítulo 1 define los principios económicos, técnicos y sociales que rigen la asignación y uso del espectro. Sobre esta base teórica, el capítulo 2 estudia los diferentes modelos de asignación de espectro, detallando los diferentes tipos de subasta, el funcionamiento de mercados secundarios, y los diferentes modelos de compartición. A partir de ello, el capítulo 3 examina los aspectos económicos y de mercado a considerar en la asignación y uso del espectro, haciendo énfasis en las metodologías usadas para determinar la valoración del espectro. El capítulo 4 detalla dos aspectos económicos de los múltiples principios de política regulatoria que rigen la asignación y uso de espectro: la tendencia al crecimiento de la demanda y el dividendo digital. Al mismo tiempo, este capítulo presenta la metodología a ser utilizada para la evaluación de su valor económico. Finalmente, el capítulo 5 presenta las líneas directrices que pueden ser utilizadas por las ANR para la creación de una capacidad técnica de evaluación del valor económico del espectro.

¹ El costo de oportunidad o costo alternativo se define como el monto de la inversión de los recursos disponibles, en una oportunidad económica, a costa de la mejor inversión alternativa disponible, o también el valor de la mejor opción no realizada.

1 Principios económicos, técnicos y sociales que rigen la asignación y uso de espectro

1.1 El concepto de espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico constituye la porción del espectro electromagnético (fenómeno por el cual se transmiten las ondas electromagnéticas) que se utiliza para las telecomunicaciones (radio, televisión, telefonía móvil, radares, satélites, etc.). El espectro radioeléctrico convencionalmente se fijó entre los 8,3 kHz y los 3,000 GHz y se dividió en bandas de frecuencia que son atribuidas a los diferentes servicios de telecomunicaciones². Esta atribución considera para cada banda sus características específicas en términos de propagación de la señal, lo que las hace más adecuadas para la provisión de servicios específicos (ver tabla 1).

Tabla 1: Usos y Propiedades de Bandas del Espectro Radioeléctrico

Banda	Rango de Frecuencias	Alcance	Utilización Común	Ancho de Banda	Interferencia
VLF (ondas milimétricas)	3-30 kHz	1000 km	Radionavegación de largo alcance	Muy estrecha	De amplia distribución
LF (ondas kilométricas)	30-300 kHz	1000 km	Radionavegación de largo alcance	Muy estrecha	De amplia distribución
MF (ondas hectométricas)	300-3 000 kHz	2-3000 km	Radionavegación de largo alcance	Moderada	De amplia distribución
HF (ondas decamétricas)	3-30 MHz	Hasta 1000 km	Fijos punto a punto y Radiodifusión a nivel mundial	Amplia	De amplia distribución
VHF (ondas métricas)	30-300 MHz	2-300 km	Radiodifusión, Móviles, WAN	Muy amplia	Confinada
UHF (ondas decimétricas)	300- 3 000 MHz	<100 km	Radiodifusión, Móviles, satelital	Muy amplia	Confinada
SHF (ondas centimétricas)	3-30 GHz	30-2000 km	Fijos, Radiodifusión, móviles, WAN, comunicaciones por satélite,	Muy amplia hasta 1 GHz	Confinada
EHF (ondas milimétricas)	30-300 GHz	20-2000 km	Radiodifusión, fijos punto a punto, móviles, comunicaciones por satélite	Muy amplia hasta 10 GHz	Confinada

Fuente: ITU 2011 ICT Regulation Toolkit. Gestión del Espectro Radioeléctrico. Módulo 5, p. 14 (www.ictregulationtoolkit.org/en/home)

Por ejemplo, en la banda VHF (*Very High Frequency*) se encuentra la radiodifusión terrestre (Audio, Televisión), sistemas de radioaficionados y servicios móviles marítimos y aeronáuticos. En la banda UHF (*Ultra-High Frequency*) se encuentran las redes móviles terrestres, los sistemas de radiolocalización por satélites (por ejemplo, *GPS*, *GLONASS*, etc.), y las emisoras de radiodifusión de TV.

² Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, Volumen 1, Capítulo 1: Terminología y características técnicas (El RR completo está disponible en: <http://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2012/es>)

Desde el punto de vista económico, el espectro radioeléctrico es un insumo para la producción de comunicaciones. En tanto recurso, este es variado (en la medida de que, como se menciona arriba, está compuesto por diferentes categorías o bandas), es escaso (dado que no puede ser recreado)³, no puede ser almacenado (como otros recursos como el agua o el petróleo), y definitivamente puede ser negociado (comprado y vendido en términos de los derechos de uso). Estas características requieren que el acceso y uso del espectro sea administrado. La tabla 2 presenta al espectro cuando es comparado con otros recursos naturales.

Tabla 2: El espectro como recurso económico

	Espectro	Tierra	Reservas petrolíferas	Agua
¿Es un recurso variado?	Sí	Sí	No mucho	No mucho
¿Es escaso?	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Puede hacerse que sea más productivo?	Sí	Sí	Sí	No
¿Es renovable?	Sí	Parcialmente	No	Sí
¿Puede almacenarse para su uso posterior?	No	No	Sí	Sí
¿Puede exportarse?	No	No	Sí	Sí
¿Puede comerciarse con él?	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: ITU 2011 ICT Regulation Toolkit. Gestión del Espectro Radioeléctrico. Módulo 5, p. 10. (www.ictregulationtoolkit.org/en/home)

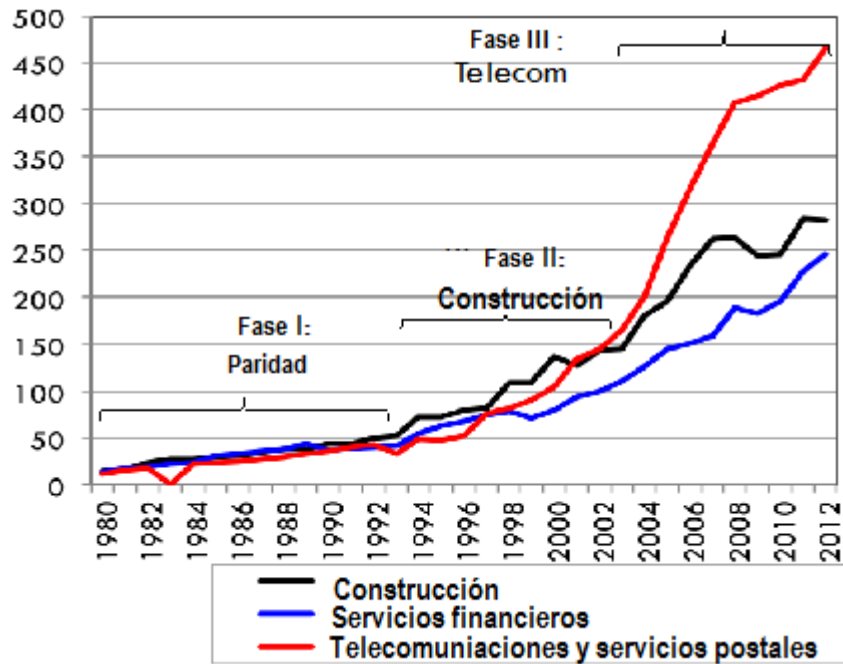
La explotación del espectro puede realizarse mediante su segmentación en bandas de frecuencia (ver cuadro 1), así como por el control de su zona de acción (controlando la potencia de del transmisor y los patrones de radiación de sus antenas). Así, antes de asignar espectro a un ente utilizador (como puede ser un operador o proveedor de servicios de telecomunicaciones móviles), el administrador de espectro debe definir la banda de frecuencia, la cobertura geográfica, y la potencia máxima radiada autorizada.

1.2 La administración del espectro radioeléctrico

Las decisiones relacionadas con la gestión del espectro radioeléctrico son importantes desde el punto de vista de la política pública debido a la importancia económica creciente de las telecomunicaciones. El peso de las telecomunicaciones en la producción de naciones emergentes está incrementándose a un ritmo extremadamente rápido. Por ejemplo, la figura 1 presenta la proporción del producto bruto de Senegal atribuida a las telecomunicaciones.

³ En el documento UIT-D. Resolución 9: (Rev. Dubái 2014): Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias ().Contenido en: Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT-14): Informe Final, p. 210) se considera que “el crecimiento constante de la demanda de espectro por parte de las aplicaciones actuales y nuevas de radiocomunicaciones, impone cada vez mayores exigencias a un recurso escaso”. En particular, entre los factores mencionados en dicha Resolución para atender estas exigencias se incluyen “la reorganización del espectro, los procesos de concesión de licencias y las prácticas óptimas en materia de comprobación técnica del espectro en todo el mundo, en particular la consideración de nuevas modalidades de compartición del espectro”.

Figura 1: Senegal: PIB por industria (1980-2012) (en CFA '000'000'000)

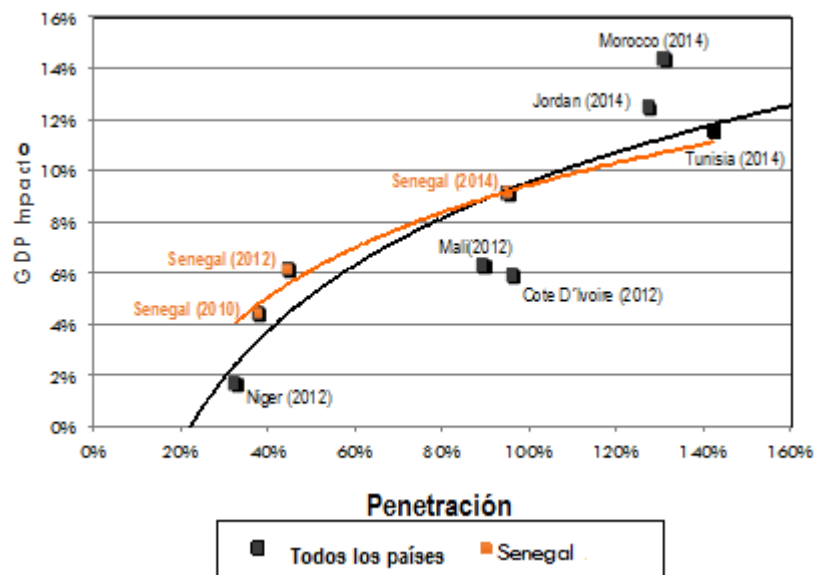


Fuente: Senegal Cuentas Nacionales

Como lo indica la figura 1, en el caso de naciones emergentes como Senegal, alrededor del año 2002, las telecomunicaciones adquirieron un peso importante en el PIB del país, comparado con el de la industria de la construcción y servicios financieros.

Asimismo, más allá de su impacto directo, las telecomunicaciones contribuyen de manera indirecta al crecimiento de la economía en su conjunto (ver figura 2).

Figura 2: Africa: Impacto económico de las telecomunicaciones móviles versus penetración



Fuente: Katz and Callorda (2015)

La figura 2 presenta la contribución de las telecomunicaciones móviles al crecimiento del producto interno bruto de varias naciones africanas. Cada punto representa el coeficiente de impacto en el

crecimiento del PIB estimado a partir de modelos econométricos estructurados en relación a la penetración de telecomunicaciones móviles. Las curvas indican que el impacto de las telecomunicaciones móviles en el crecimiento del PIB tiende a incrementarse con la penetración de dichas tecnologías: un efecto conocido como de “retorno a escala”. En otras palabras, las telecomunicaciones no solo crecen en términos de su participación en el PIB; su contribución indirecta (efectos de derrame) también aumentan con la penetración. En consecuencia, en la medida de que el espectro radioeléctrico representa un insumo fundamental para el desarrollo de la industria, las decisiones respecto a la gestión del mismo conllevan una importancia crítica para el desarrollo económico.

En este contexto, si los gobiernos demoran tomar decisiones con respecto a la asignación de espectro necesario para el desarrollo de las telecomunicaciones, esto podría crear un cuello de futuro para su crecimiento futuro. La tabla 3 presenta el crecimiento de las telecomunicaciones móviles (incluyendo la banda ancha móvil) en el continente africano.

Tabla 3: Africa: Base instalado de telecomunicaciones móviles (in '000'000)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Conexiones	543	638	739	815	901	987	1,068	1,136	1,196	1,249	1,287
Abonados	290	335	379	424	467	509	545	577	607	633	658
Banda Ancha Móvil	17	32	52	78	108	141	181	224	271	318	364

Fuente: GSMA

Este crecimiento requiere la asignación de espectro a los operadores móviles, para que los mismos puedan entregar servicio con estándares de calidad adecuados. Sin embargo, cuando se compara el monto de espectro asignado a la industria móvil en Africa comparado con la situación en países industrializados, el rezago es evidente (ver tabla 4).

Tabla 4: Espectro asignado a Servicios Móviles IMT (in MHz)

	Estados Unidos	Unión Europea	Ghana	Kenia	Nigeria	Senegal	Sud Africa	Tanzania
Espectro asignado	547	590	330	220	363	232	340	360
Espectro no asignado	---	---	30	130	---	128	20	---
Bloques futuros	500	500	250	250	250	250	250	250
Total	1,047	1,090	610	600	613	610	610	610

Fuentes: Plum Consulting; NRAs; operadores

Como lo muestra la tabla 4, si bien los Estados Unidos y la Unión Europea han asignado más de 1.000 MHz de espectro a la industria móvil, varios países africanos no exceden en su asignación los 620 MHz, aun considerando asignaciones futuras.

En la medida de que el espectro radioeléctrico es un recurso natural escaso, como el agua, este es propiedad del Estado (es decir, de todos los ciudadanos) y requiere ser administrado por el gobierno

de dicho Estado⁴ (responsabilidad asumida generalmente por el ente ejecutivo y/o regulador de telecomunicaciones, aunque en ciertos países como Francia, Túnez, Colombia, existe un ente regulatorio específico⁵).

La escasez del Espectro no es un valor absoluto, pues “Esta escasez no se debe exclusivamente a los mecanismos institucionales, sino también a una demanda creciente resultante del progreso técnico. Así, esta demanda contrasta con la disponibilidad cada vez más limitada de este recurso y de los mecanismos de atribución y acceso”⁶

En esta misma referencia se identifican los siguientes factores claves que contribuyen a la escasez de frecuencias y al aumento de los costos de acceso al espectro radioeléctrico:

- la desreglamentación y liberalización de los mercados de comunicaciones electrónicas;
- la privatización y "comercialización" del dominio público;
- la toma de conciencia del valor del espectro;
- la competencia mundial entre operadores multinacionales.

La Gestión del espectro debe entonces responder a estas evoluciones, de forma proactiva, abarcando tres grandes áreas:

- Planeamiento de su uso presente y futuro;
- Administración, lo que incluye la provisión de autorizaciones y licencias (así como aseguramiento de compatibilidad de usos y equipos); y
- Monitoreo y control de su uso.

Estas áreas requieren la realización de procesos regulatorios los cuales están definidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT (RR):

- Atribución (de una banda de frecuencias): Inscripción de una banda de frecuencias en el plan nacional de atribución de bandas de frecuencias para que la misma sea utilizada por uno o varios servicios específicos. La atribución de espectro se hace de modo exclusivo (atribuido a un solo servicio), compartido (puede ser compartido por más de un servicio), a título primario o secundario (ver definición en RR, pp. 13-14).
- Adjudicación (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): Inscripción de una frecuencia o de un canal determinado en un plan para ser utilizado por un servicio específico según condiciones específicas. La adjudicación es efectuada por una conferencia competente como la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones convocada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones⁷.
- Asignación (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico): Autorización que da una autoridad nacional de regulación para que un ente determinado (por ejemplo, operador o proveedor de servicios de telecomunicaciones móviles) utilice una frecuencia o un canal determinado en condiciones específicas.

⁴ Ver UIT-D. Comisión de Estudio 2, 5 to Período de Estudios (2010-2014). Informe sobre la Resolución 9 (Rev. Dubái, 2010). *Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias*, que en su sección 1.1, señala: “El espectro de frecuencias radioeléctricas, la materia prima de todo sistema de radiocomunicación, es un activo inmaterial sujeto a la soberanía de cada Estado Miembro y al ejercicio de sus poderes soberanos.”

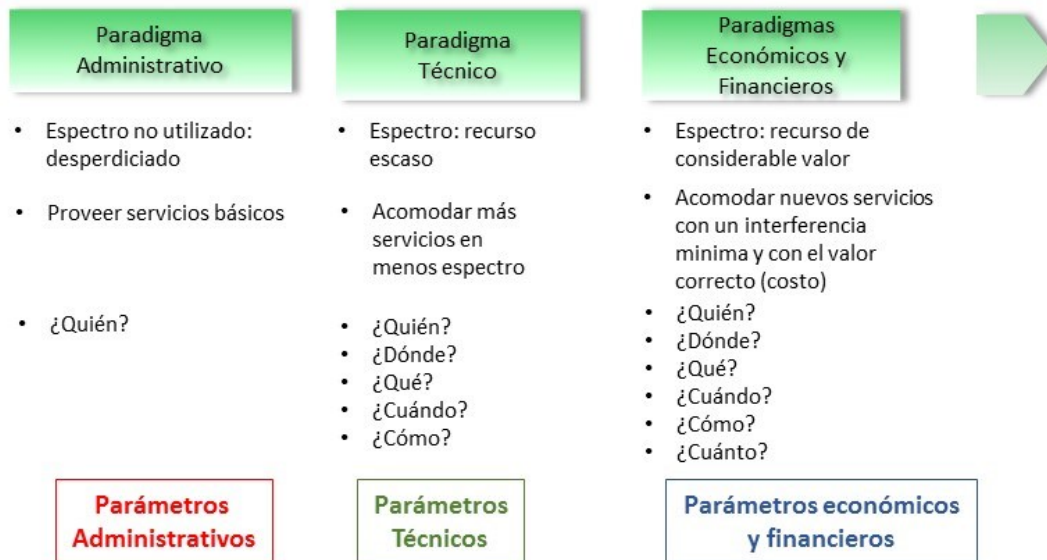
⁵ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): *Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias* (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

⁶ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): *Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias* (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

⁷ <http://www.itu.int/en/ITU-R/conferences/wrc/Pages/default.aspx>

Estos procesos y áreas deben responder a los paradigmas actuales desde el punto de vista: Administrativo, Técnico, Económico/Financiero, atendiendo a preguntas y tareas subyacentes, como ilustra la siguiente figura 3⁸:

Figura 3: Paradigmas en el asignación del espectro

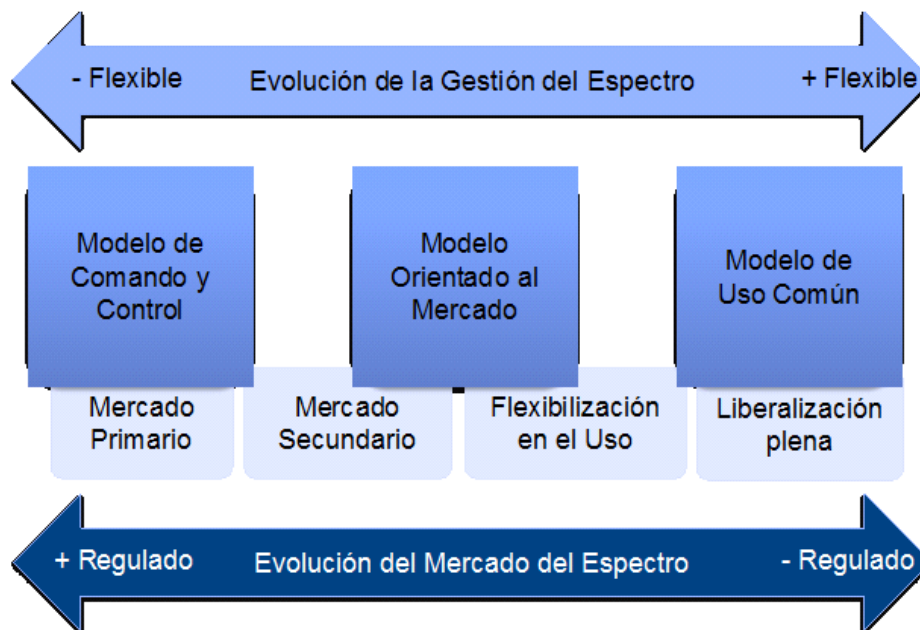


La asignación de espectro puede ser realizada siguiendo métodos administrativos, también llamados modelo de comando y control (por ejemplo, asignación de bandas para utilización de servicios públicos), orientados al mercado (es decir, de acuerdo con subastas de licencia), o con licencia general (es decir, que cualquier usuario puede acceder a la banda siempre y cuando respete las especificaciones técnicas contenidas en dicha licencia genérica⁹) (ver figura 4).

⁸ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): *Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias* (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014).

⁹ Es importante mencionar que, de manera general, de acuerdo con el artículo 18 del Reglamento de Radiocomunicaciones, no existe uso de espectro sin licencia. "18.1 § 1 1) Ningún particular o entidad podrá instalar o explotar una estación transmisora sin la correspondiente licencia expedida en forma apropiada y conforme a las disposiciones del presente Reglamento por el gobierno del país del que hubiere de depender la estación o en nombre de dicho gobierno (véanse, no obstante, los números 18.2, 18.8 y 18.11).". En tal sentido, cuando ciertas bandas pueden ser atribuidas para uso libre de dispositivos como Wi-Fi mediante licencias generales (ver sección 3.4 abajo).

Figura 4: Modelos de Asignación de Espectro



Fuente: Autor

El mercado primario para acceder al uso de espectro está basado principalmente en el modelo de subastas organizadas por los gobiernos, mientras que el mercado secundario permite a un operador acceder a espectro mediante una transacción comercial privada. Estos contratos pueden requerir autorización previa de la autoridad regulatoria, y pueden ser estructurados con base en un arrendamiento de corto (un año) o largo plazo (más de un año).

Como se observa en la figura 2, el grado de flexibilidad en la asignación depende del modelo a ser usado. De hecho, la asignación de espectro ha evolucionado en las últimas décadas de un modelo de comando y control a una combinación del modelo orientado al mercado y el modelo de uso común de acceso abierto. Esta evolución está guiada por el principio que estos dos últimos modelos de asignación pueden satisfacer mejor los principios de eficiencia técnica y económica. Estos serán detallados en la sección siguiente.

1.3 Principios generales de administración del espectro radioeléctrico

De acuerdo con la ITU-D¹⁰, tradicionalmente, los poderes públicos solían atribuir las frecuencias para aplicaciones determinadas, y luego asignaban partes del espectro a entidades encargadas de utilizarlo con fines concretos, aplicando el principio de "primero en llegar, primero en ser servido". Este método resultaba rápido, práctico y menos oneroso, pero tiene sus limitaciones en el contexto de la competencia vigente hoy en día

Por tal razón, La gestión moderna del espectro se orienta a la optimización del valor del espectro radioeléctrico. Esta optimización resulta actualmente necesaria y es uno de los objetivos de los poderes públicos por varias razones:

- fomentar una utilización eficaz de este recurso que no se fabrica y es limitado y escaso en ciertos casos;
- el espectro de frecuencias se ha convertido en un medio importante para el desarrollo de las telecomunicaciones de los países;

¹⁰ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): *Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias* (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

- los ingresos presupuestarios que se tienen por el espectro pueden coadyuvar al desarrollo económico del país;
- los ingresos en concepto de frecuencias deben utilizarse para mejorar los medios de gestión del espectro (control, sistemas de información de gestión del espectro), y pueden ayudar a financiar la reorganización.

Esta optimización conlleva la tarea de maximizar tres objetivos: eficiencia económica, eficiencia técnica, y beneficio social. Esta Tarea no es fácil pues con frecuencia estos tres objetivos riñen entre sí, y el regulador debe entonces definir prioridades entre ellos.

Desde el punto de vista de la **eficiencia económica**, la gestión de espectro persigue la maximización del valor agregado de uso de los servicios producidos por el espectro disponible. Todas las frecuencias, debido a sus características técnicas, pueden ser usadas por más de un servicio. Esto está definido en los Cuadros Nacionales de Atribución de Frecuencias y las bases de datos de usuarios de espectro, donde una frecuencia se puede segmentar por sub-bandas, áreas, y horarios). Por ejemplo, la banda de 700 MHz en América Latina puede ser usada tanto por los servicios de radiodifusión como por los servicios de móviles (de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos regionales como la Comisión Técnica Regional de Telecomunicaciones para América Central- COMTELCA). Por ello, el principio de eficiencia económica establece que una banda de frecuencia debe ser atribuida a aquel servicio de comunicaciones que genere mayor valor económico. Este punto se revisará en la discusión del dividendo digital.

Desde el punto de vista de la **eficiencia técnica**, dado que el espectro es un recurso escaso, el objetivo a optimizar en la gestión de espectro es su máxima utilización. Al mismo tiempo, una de las razones por las cuales el espectro debe ser administrado es la interferencia. La misma¹¹. La interferencia se origina cuando transmisiones residuales de frecuencias vecinas producen una degradación en la calidad de la comunicación. Al definir condiciones de uso y tecnologías específicas, el principio de eficiencia técnica permite reducir el nivel de interferencia a niveles aceptables.

Finalmente, el tercer objetivo a maximizar se refiere al **beneficio social**. Considerando que las telecomunicaciones representan un servicio de bien público, una buena gestión de espectro permite asegurar el acceso al mismo a proveedores en un marco de competencia saludable. Se puede ilustrar este concepto con un ejemplo en la industria de telecomunicaciones móviles. La gestión de espectro radioeléctrico permite que múltiples operadores móviles obtengan acceso al recurso de manera suficiente para ofrecer servicios en un contexto de competencia, con lo cual el usuario final se beneficiará con mayores coberturas, precios más bajos y productos innovadores. Otro aspecto de los objetivos sociales a maximizar se refiere a la mejora del acceso a servicios de telecomunicaciones con alto impacto socio-económico como lo es la banda ancha móvil.

La maximización de estos tres objetivos en la gestión del espectro (la eficiencia económica, la eficiencia técnica y el beneficio social) pueden en muchos casos entrar en conflicto. Por ejemplo, un esquema de asignación de espectro puede alcanzar el más alto nivel de eficiencia técnica sin representar necesariamente el mayor valor económico. Este es el caso de la asignación de espectro con licencia general o de acceso abierto versus la asignación de licencias por concursos (subastas, “concurso de belleza”, licitaciones, etc.). La investigación económica ha demostrado que, si bien la asignación de frecuencias por subasta puede maximizar la eficiencia económica de espectro (en el corto plazo), destinar una porción de las mismas al acceso abierto genera mayor excedente económico. Este punto será expandido más abajo en el análisis de la asignación general de espectro.

¹¹ El Reglamento de Radiocomunicaciones define “interferencia” como (No. 1.166): “efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada”. Igualmente define varios tipos de interferencia, en particular: “interferencia perjudicial” como (No. 1.169): “Interferencia que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad, o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación explotado de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones”. En este estudio se asume por defecto que “interferencia” se refiere a “interferencia perjudicial”.

2 Modelos de asignación de espectro radioeléctrico

Como se mencionó arriba, la administración del espectro radioeléctrico está guiada por tres modelos alternativos de asignación:

- **Modelo de comando y control:** el que implica la asignación de licencias de uso de acuerdo con un mercado primario, organizado con base en asignaciones administrativas;
- **Modelo orientado al mercado:** el cual incluye la organización de subastas, mercados secundarios y modelos de compartición;
- **Modelo de uso general:** el cual asume una liberalización completa (limitada a principios de no interferencia) en el uso de espectro.

En términos generales, los marcos normativos y modelos de administración de espectro de muchos países presentan una combinación de estos modelos orientándose a la combinación más eficiente de los mismos de acuerdo a bandas específicas y a la situación particular de cada país.

2.1 Subastas

En los orígenes de las comunicaciones inalámbricas (sobre todo marítimas), dado que los usuarios de espectro eran tan escasos, el riesgo de interferencia era mínimo, con lo cual el uso de espectro era completamente libre y sin licencias. La proliferación de estaciones de radio en la década de 1920 llevó a que el Congreso estadounidense crease un ente regulador de telecomunicaciones autorizado a otorgar licencias para la utilización exclusiva de bandas de espectro. De acuerdo con ese modelo denominado de comando y control, el regulador de telecomunicaciones estadounidense asignaba bandas de frecuencia a partir de audiencias coordinadas por un juez administrativo donde se planteaban alternativas posibles de asignación.

Este modelo fue criticado por Ronald Coase en su artículo publicado en 1959¹², donde plantea que el modelo de asignaciones de frecuencias “*podría ser determinado por las fuerzas del mercado*” como alternativa al modelo de asignación de comando y control. Coase, premio Nobel de economía en 1991, planteó que este modelo de asignación de un recurso escaso no era el más eficiente económicamente. De acuerdo con su argumento, cuando un recurso es escaso, la mejor manera de distribuirlo es a partir de un mecanismo de fijación de precios para asegurarse que quien recibe la banda de frecuencias generará el mayor valor económico. En consecuencia, Coase estableció que, de la misma manera que la tierra está protegida por claros derechos de propiedad, el espectro también debería serlo. La protección de la propiedad del espectro es irrevocable, asegurándose el derecho a su explotación por un plazo y en condiciones determinadas, permitiéndose la asignación de los mismos de la manera más eficiente. Así, la determinación del precio de espectro por medio de una subasta garantizaría una mayor eficacia que el modelo de comando y control en la asignación de su uso. La subasta de una banda de espectro otorga al mejor postor la licencia para transmitir y recibir señales en la banda adquirida. Esa licencia está protegida por los derechos de explotación. A partir de la recomendación de Coase, en 1993 el congreso de Estados Unidos otorgó al regulador de telecomunicaciones la autoridad para organizar subastas de licencias. Este método fue extendido a la mayor parte de países del mundo, en parte porque daba la posibilidad a gobiernos de generar ingresos importantes.¹³

Antes de la década de 1990, la mayoría de los países asignaban bandas de espectro para el servicio de telecomunicaciones móviles de acuerdo con el principio de comando y control, con base en el denominando “concurso de belleza”. Este modelo requiere que los entes interesados en ganar una licencia sean evaluados en términos de sus planes de cobertura y de tecnología. Así, el regulador

¹² Coase, R.H. (1959). The Federal Communications Commission. *Journal of Law and Economics*, Vol. 2 (Oct.), 1-40.

¹³ Se debe tener extremo cuidado de realizar subastas de espectro con el único objetivo de optimizar estos ingresos inmediatos, pues se corre gran riesgo de ir en detrimento de los objetivos técnicos y sociales, e incluso en el medio y largo plazo de los económicos (la “maldición del ganador” no es sólo del operador que sobrevaloró el espectro sino del regulador que verá afectada negativamente el desarrollo de las redes y servicios TIC).

asigna la banda de frecuencias a aquel candidato que presente el plan de despliegue de red celular más atractivo desde el punto de vista de avance tecnológico y cobertura de territorio¹⁴. En la década de los noventa, el modelo de subasta fue implantado en la mayor parte de países del mundo, en parte porque daba la posibilidad a gobiernos de generar ingresos importantes.

Las subastas permiten responder, de manera eficiente, a dos preguntas: ¿a quién asignar y cuánto cobrar? Las subastas son mecanismos de asignación que conducen a transacciones (asignación de recursos y generación de precios) basadas en la comparación de ofertas de los participantes en el proceso. En términos generales, las reglas del proceso de subasta son anunciadas con anticipación, y los precios pagados son definidos por los participantes en función de su estrategia comercial y capacidades.

La ventaja de las subastas reside en que los precios de mercado del espectro racionalizan la disponibilidad del suministro (oferta). Al mismo tiempo, el postor con el mejor plan de negocios gana, en lugar de la firma con más suerte o mejor presentación ante el evaluador. Finalmente, el gobierno, como subastador, recolecta mayores ingresos. Es importante mencionar, sin embargo, que las subastas pueden no siempre ser el mecanismo más adecuado de asignación por las siguientes razones¹⁵:

- No todas las bandas son subastables: ej., frecuencias atribuidas a servicios aeronáuticos, marítimos, etc., no entran en este modelo de "fuerzas de mercado"¹⁶.
- Exigencias técnicas limitadas.
- La subasta no permite maximizar el beneficio social del espectro ofrecido.
- Posibilidad de que obtenga la licencia un candidato poco calificado.
- Un oferente puede hacer una oferta demasiado alta en relación al valor intrínseco del espectro subastado, al punto de hacer luego inviable su plan de negocios (la llamada "maldición del ganador").
- Incertidumbre sobre la demanda, las tarifas, etc.
- Posibilidad de colusión entre oferentes, lo que lleva a un precio inferior al valor intrínseco.

La Tabla 5¹⁷ resume las ventajas e inconvenientes del modelo de subastas, que puede dar una guía de en qué casos utilizarlas, y cómo hacerlas.

Según la UIT-D¹⁸, se identifican 10 tipos de subastas, a saber: 1) Subasta abierta (oferta pública) o cerrada (oferta en sobre cerrado); 2) Subastas a una sola vuelta o varias vueltas; 3) Subasta de un solo objeto o varios objetos; 4) Subasta abierta secuencial o simultánea; 5) Subasta a la inglesa (al alza); 6) Subasta a la holandesa (a la baja); 7) Subasta a una sola vuelta, en sobre cerrado y al precio más alto; 8) Subasta a una sola vuelta, en sobre cerrado y al segundo precio más alto; 9) Subasta al alza simultánea a múltiples vueltas; y finalmente 10) Subasta de tiempo limitado.

¹⁴ Ver el informe UIT-R SM.2012-4. Aspectos económicos de la gestión del espectro, p. 19.

¹⁵ Fuente: UIT-D. Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias (2010-2014), Ginebra, p. 14.

¹⁶ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

¹⁷ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

¹⁸ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

Tabla 5: Ventajas e Inconvenientes de los modelos de subastas

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Maximización relativa de los ingresos para el gobierno. • Mejor valorización del espectro (eficacia económica). • Apertura a la competencia. • Proceso relativamente rápido. • Transparencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exigencias técnicas limitadas. • No permite alcanzar necesariamente el mayor valor social. • Posibilidad de que obtenga la licencia un candidato poco cualificado. • Un posible candidato puede hacer una oferta demasiado buena (la llamada "maldición del vencedor"): incertidumbre sobre la demanda, las tarifas... • Posibilidad de colusión en la licitación.

Para este estudio las 10 clases se reagruparon en 6 tipos de subastas de espectro: 1) primer precio sobre cerrado, 2) segundo precio sobre cerrado, 3) ascendente (Inglesa), 4) descendente (Holandesa), 5) rondas sucesivas, y 6) simultánea ascendente en rondas sucesivas.

El modelo de varios objetos se refiere, en este caso, a subastar al mismo tiempo varias bandas, que a su vez se subdividirá en simultánea o secuencial, en esta última el resultado de una secuencia puede considerarse para condiciones de la siguiente (Ejemplo: topes de espectro).

De acuerdo con modelo de **primer precio sobre cerrado**, los postores presentan ofertas simultáneas en sobre sellado en una sola ronda, y el ganador paga el valor que resulto el más alto ofrecido. El proceso comienza con una presentación de interesados y su pre-calificación, seguida de la entrega de ofertas. En ciertos casos, la pre-calificación y la entrega de ofertas son combinadas para evitar que los candidatos tomen conocimiento previo de la identidad de los postores, lo que podría introducir efectos negativos en la subasta. La asignación del ganador y la determinación de precio son relativamente simples, aunque en ciertos casos, éste puede requerir el uso de algoritmos para determinar quién es el ganador (en caso que las opciones de ofertas no estén claramente pre-definidas).

En la subasta de **segundo precio sobre cerrado** (también llamada modelo de Vickery, debido al académico que la desarrolló originalmente), las ofertas también son presentadas de manera simultánea en sobre sellado, pero la licencia es asignada al segundo mejor valor ofrecido. En una subasta segundo precio, el ganador paga sólo el precio ofertado de la segunda mayor oferta. En términos económicos, esto equivale al costo de oportunidad resultante de la posibilidad de excluir a los otros oferentes.

Los modelos de sobre cerrado son atractivos en la medida de que la información limitada sobre participantes y estrategia de los operadores incumbentes puede generar una oportunidad para la entrada de nuevos operadores. Asimismo, este modelo permite la combinación de precio con otros atributos como cobertura, tipo de tecnología en un puntaje combinado para determinar el ganador (lo que, de hecho, reintroduce categorías del "concurso de belleza"). Finalmente, desde el punto de vista de la autoridad regulatoria, los modelos de sobre cerrado son menos onerosos que los modelos de rondas sucesivas en términos de su implementación.

Recientemente, los modelos de subasta han migrado del sobre cerrado al de rondas sucesivas¹⁹. En el **modelo de rondas sucesivas**, las ofertas son aumentadas progresivamente a través de rondas. Los participantes al final de cada ronda obtienen retroalimentación de su posición en el juego. El ganador paga el precio más alto ofrecido. **En el modelo ascendente** (también llamada subasta inglesa), se presentan ofertas públicas y progresivas, determinadas por el subastador o los participantes. En este caso, el ganador paga un valor marginalmente superior a la postura del segundo mejor. **En la subasta descendente** (también llamada holandesa), se presentan ofertas públicas y decrecientes determinadas por el subastador. En este modelo, el ganador paga el precio ofrecido. Finalmente, el

¹⁹ Ciertas autoridades regulatorias estiman que las subastas de sobre cerrado no ayudan a maximizar ofertas (Santos, 2015).

modelo simultáneo en rondas sucesivas es una generalización del modelo anterior para vender o asignar múltiples bandas.

El modelo de **rondas múltiples** sucesivas es ventajoso en términos de su facilidad de comprensión por parte de los oferentes. En términos generales, cuando un activo tiene un elemento de valor común fuerte, una subasta de sobre abierto es más atractiva para el gobierno; participantes dubitativos sienten confianza en el valor del activo cuando ofertantes más agresivos hacen ofertas (“él sabe algo que yo desconozco”). Es por ello, que las subastas de sobres cerrados atraen a participantes expertos (incumbentes) y desincentivan a los menos conocedores (nuevos entrantes). Por otra parte, el riesgo de la subasta de rondas múltiples es que está más expuesta a mecanismos distorsivos, como la señalización de estrategia entre participantes.

El concepto de eficiencia de la subasta implica que se le asigne el bien a quien más lo valore y esté dispuesto a pagar más por él. De acuerdo a esta definición, no todas las subastas son igualmente eficientes. Por ejemplo, el nivel de aversión al riesgo puede generar distorsiones. Alternativamente, la colusión y la cooperación entre participantes también pueden afectar la eficiencia. La colusión es el comportamiento por el cual varios compradores comparten información o acuerdan comportarse de cierta manera (estrategia cooperativa) para ganarse el bien subastado.

En última instancia, desde la perspectiva del regulador, el diseño de una subasta y elección del modelo más adecuado debe tener en cuenta diferentes factores:

- Tipo de banda (s) a subastar;
- Estado presente y Futuro de dichas Bandas;
- Tipo de valoración de la banda (valor privado o común);
- Comportamiento de los participantes (Neutralidad o aversión al riesgo);
- Características deseadas para el nuevo mercado;
- Tipo y cantidad de información a revelar sobre el desarrollo de la subasta;
- Topes de espectro (multi-banda, multi subasta);
- Planes de subastas a medio y largo plazo;
- Obligaciones de cobertura;
- Cargas tributarias inherentes;
- Compartición de infraestructura/ mercados secundarios.

En el diseño de subasta, el regulador debe considerar una serie de objetivos a maximizar. Estos incluyen, no necesariamente de manera excluyente, la promoción de la asignación eficiente de espectro, el estímulo de competencia en la industria, el estímulo de participación en la subasta, la generación de ingresos para el gobierno, o el aumento de cobertura geográfica de redes²⁰. El principio a remarcar es que no existe un modelo único o “mejor”. Esto significa que no existe una correlación clara entre el modelo de la subasta y los resultados. Cada modelo tiene atributos específicos, lo que resulta en atractivos diferentes para los gobiernos y los oferentes. En última instancia, el modelo de subasta depende de la estructura del mercado (y de los objetivos del gobierno en términos de desarrollo de un modelo de competencia adecuado).

Un fenómeno común en subastas caracterizadas por información parcial es la llamada “maldición del ganador”. Esta se caracteriza por la situación donde el ganador de la subasta de espectro ha pagado un monto por la licencia superior al determinado por el valor económico del mismo²¹. En este sentido,

²⁰ Por ejemplo, en la subasta de frecuencias para las redes de 4G en Argentina, la autoridad regulatoria impuso obligaciones de cobertura por geografía con lapsos de tiempo para cumplir con las mismas.

²¹ Thaler, Richard H. (1988). "Anomalies: The Winner's Curse". *Journal of Economic Perspectives* 2 (1): 191-202.

si bien el ganador ha accedido a la licencia, al haber pagado más que su valor intrínseco, se encuentra en una peor posición que si hubiera perdido en la subasta. Este fenómeno deviene más serio cuando más grande es el número de participantes de la subasta. El riesgo para la ANR es que si la “maldición del ganador” es muy elevada, esto puede crear costos de fricción que pueden afectar la inversión en el despliegue futuro de redes: una sobreestimación del valor económico, reduce el monto de inversión destinado a la construcción de la red y, consecuentemente, puede afectar su despliegue futuro.

En términos generales, el diseño de una subasta podría permitir reducir la “maldición del ganador”. Por ejemplo, en una subasta de rondas múltiples, los postores pueden acceder a información sobre la estimación del valor de espectro de cada uno de sus oponentes, lo que resulta en una reducción de incertidumbre. Por lo tanto, en el caso de una subasta de rondas múltiples, una estrategia para reducir la “maldición del ganador” es otorgar tiempo a los postores para evaluar la información de sus oponentes y decidir respecto de la estrategia y valoración. Para ello, es conveniente anunciar los resultados de cada ronda antes de lanzar la siguiente²².

Para concluir, las subastas son un mecanismo basado en el mercado, y un requisito fundamental para el funcionamiento adecuado de todo mercado es el de seguridad jurídica. Ello significa que para que una subasta funcione en forma óptima debe especificarse de la manera más precisa posible el carácter del derecho que se subasta (cobertura geográfica, anchura de banda disponible, derecho de licencia, etc.), así como las responsabilidades correspondientes (condiciones de la licencia, restricciones del servicio, normas del equipo, etc.). Toda incertidumbre respecto a dichos factores como en cuanto a la duración de la validez de la licencia que se subasta creará confusión y puede traducirse en ofertas inferiores²³.

Al revisar estos modelos de subastas no se debe perder de vista que se está subastando el derecho de explotación de un bien público, lo que marca una gran diferencia con respecto a las subastas tradicionales; en la Tabla 6 se resume un análisis comparativo.

Tabla 6: Análisis comparativo de subasta tradicional a subasta de espectro

	Subasta Tradicional	Subasta de Espectro
Substante	Agente especializado	Entidad Reguladora de las TIC
Misión	subastar bienes	regular el mercado de las TIC para proteger al usuario y garantizar la competencia
Activo	Bien material valioso	Recurso Natural escaso (propiedad del Estado, intransferible)
Entregable	Propiedad del Bien	Derechos de explotación por tiempo limitado en condiciones específicas Indispensable (e insustituible) para el Servicio Universal de BA
Objetivo Subasta	Recaudar la mayor cantidad de dinero subasta como fin mismo	Garantizar la prestación del servicio en un ambiente de competencia subasta como medio para cumplir misión
Participantes	Clientes interesados en el bien	Operadores Móviles
Maldición del Ganador	Insensible	Altamente sensible, compromete la misión del ente

²² Industry Canada. Consultation on Issues related to Spectrum Auctioning, <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09441.html>. <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09441.html>.

²³ Ver el informe UIT-R SM.2012-4. Aspectos económicos de la gestión del espectro, p. 29

	Subasta Tradicional	Subasta de Espectro
Indicadores de Éxito	\$, \$\$, y más \$\$\$	Beneficio económico y social: \$\$ en corto medio y largo plazo impacto en las tarifas y los servicios contribuciones al servicio universal efectos en la competencia (evitar posiciones dominantes)
Período de los Indicadores	Inmediato	> 10 años
Condiciones Previas	Fianzas	Indicadores Técnicos y Financieros Topes de Espectro Obligaciones de Cobertura
Variables exógenas	Pocas o ninguna	Bandas Disponibles en corto, medio y largo plazo condiciones regulatorias: – mercado secundario de espectro – compartición de infraestructura – redes nacionales de interconexión – situación de la competencia actual y futura – metas del servicio universal

Fuente: ITU/BDT Workshop on Guidelines on the policy and economic aspects of the assignment and use of the radio-frequency spectrum²⁴ (Nicaragua, 4 Septiembre 2015) Presentación ITU/BR.

Se debe tener entonces sumo cuidado con este mecanismo, que no puede aplicarse de forma general a todo el espectro. En efecto, como lo indica el **ITU Spectrum Management Handbook**²⁵ (Traducción no oficial):

“Las Subastas no son una panacea universal y sólo son adecuados para licencias y condiciones específicas. Las subastas no son adecuadas si los derechos sobre el espectro no pueden definirse correctamente, ni tampoco para: alto volumen, valor bajo de licencias, aplicación a los servicios socialmente necesarios (uso militar, la radiodifusión pública, etc.), ni cuando no hay ninguna o limitada competencia. De hecho, el factor más importante para la subasta de una licencia es que los servicios para los que subasten las bandas deberían enfrentar la competencia y por lo tanto un requisito previo para las subastas es la existencia de legislación sobre la competencia para asegurar que los postores no forman acuerdos de fijación de precios.”

Las subastas pueden ser ineficaces o poco práctico para ciertos servicios o situaciones. Uno de los casos ya se ha mencionado es donde no hay competencia por el espectro. Esto podría ocurrir, por ejemplo, con sistemas de microondas fijos donde hay muchos enlaces individuales con haces de radiación muy estrechos y lugares muy exactas (mínimo riesgo de interferencia, gran cantidad de enlaces posibles), o donde el potencial de operadores ven pocas posibilidades de lograr un retorno real de su inversión en un plazo razonable. Un segundo caso es que los proveedores de servicios que utilizan el espectro socialmente necesario, como la defensa nacional o la investigación científica, puede tener dificultades en la colocación de un valor financiero en el espectro. Esto podría llevar a una provisión reducida de estos a la sociedad si todos los proveedores de servicios enfrentan subastas.”

De otra parte, es fundamental que la ANR de a conocer todo el detalle del uso actual y futuro de las bandas a subastar. En efecto, como bien lo indica el informe de la UIT-D²⁶: “Antes de participar en una subasta de frecuencias, los licitadores querrán saber el grado de

²⁴ <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx>

²⁵ ITU Spectrum Management Handbook ed. 2015, p. 176

²⁶ ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5 to (2010-2014): *Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias* (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

protección contra interferencia perjudicial que pueden esperar en el espectro subastado, así como las medidas que han de prever para evitar causar interferencia perjudicial a otros usuarios o para protegerse contra interferencia. También desearán garantías de que el Estado velará por que este régimen de protección contra interferencia se aplique debidamente”.

Por tal motivo la calidad de la base de datos de usuarios de espectro (licencias: titulares: georeferenciamientos, condiciones técnicas financieras y legales, plazos, etc.), así como los sistemas de monitoreo y control de la utilización del espectro, juegan un papel esencial. Una baja confiabilidad en los sistemas de gestión y monitoreo de espectro genera una mayor incertidumbre a los interesados sobre el grado de “limpieza” de la banda y los riesgos subyacentes de interferencias, lo que afecta negativamente el valor de dicha banda.

De otra parte, la eficiencia del regulador en su labor “correctiva” de decomisos y sanciones adecuadas a quienes causen interferencia perjudicial, determina la capacidad legal de la administración de proteger los derechos o privilegios de los usuarios de espectro y, por ende, organizar con éxito subastas.

Se requiere demostrar tanto la capacidad técnica (con los sistemas mencionados) para determinar y localizar interferencias, como la capacidad jurídica para obrar con prontitud en la supresión de dichas interferencias.

Los reguladores de espectro deberían entonces hacer énfasis en la modernización y optimización de sus respectivos sistemas de gestión y monitoreo, y sus bases de datos asociadas, así como de su capacidad jurídica para prevenir y corregir emisiones no autorizadas, como labores esenciales y previas a los procesos de subastas.

2.2 El concepto de mercado secundario

En los mercados donde se ha avanzado hacia una mayor flexibilización e implementación de mercados secundarios, se han introducido mecanismos regulatorios orientados a reducir los límites administrativos en la determinación de las licencias, permitiendo que se subdividan y a la vez se reagrupen en nuevas combinaciones. En 2010, de acuerdo a la UIT, once países contaban con un mercado secundario de frecuencias, y doce tienen previsto implementarlo en el futuro²⁷. Entre los ejemplos más conocidos se puede mencionar las Unidades Estándar Transables en Australia²⁸, los Derechos de Gestión en Nueva Zelanda²⁹, las posibilidades de arrendamiento y sub-arrendamiento parcial en EE.UU. A nivel europeo se tienen las directivas: Directiva 2009/140/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de fecha 25 de noviembre de 2009, enmendada por las Directivas 2002/21/EC relativa a un marco regulador común de las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas, 2002/19/EC relativa al acceso a las redes de comunicaciones electrónicas y recursos asociados y a su interconexión, y 2002/20/EC relativa a la autorización de las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas. Francia y UK son casos de referencia por su rápida incorporación en su legislación nacional de estas directivas.

La posibilidad de ceder en forma temporal el uso del espectro podría llegar a ser más importante que la posibilidad de venta, como vía para canalizar la oferta en un mercado secundario de espectro que en el corto plazo se encuentra infrautilizado. Tratándose típicamente de licencias de largo plazo que han sido otorgadas mediante mecanismos competitivos, el tenedor difícilmente quiera resignarla, incluso parte de ella, pero puede tener el incentivo de una renta al ceder su uso temporario o compartirla.

Con relación a los mercados secundarios, en algunos países se permite la transferencia de licencias sin limitaciones significativas, con un cierto poder de veto por parte del regulador por razones técnicas

²⁷ Ver UIT. Comisión de Estudio 2, 5 to de Estudios (20-1014). Informe sobre la Resolución 9 (Rev. , Dubái, 2014). *Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias*. Ginebra, p. 8.

²⁸ Australian Communications and Media Authority. *Spectrum Trading: Consultation on trading and third party authorisations of spectrum and apparatus licences*. August 18, 2015.

²⁹ Ministry of Economic Development. *Review of Radio Spectrum Policy in New Zealand*. Auckland, 2005.

o excepcionales. En estos casos, la autoridad nacional sobre libre competencia suele intervenir eliminándose las restricciones sobre tenencia por parte de extranjeros. En estos casos, no se observan problemas de concentración excesiva de frecuencias, que lleve a un deterioro de los servicios o del clima de negocios.

La flexibilidad de uso, sumado a la posibilidad de reconfigurar las licencias son condiciones de peso para fomentar la oferta y demanda de espectro infrautilizado en mercados secundarios. La experiencia parece apoyar el argumento que a mayor flexibilidad de servicio, tecnología y configuración (de bandas, de áreas geográfica, de tiempo de uso, etc.), mayor es la posibilidad por parte de terceros de ofrecer servicios y por ende el efectivo desarrollo de un mercado secundario de espectro. Algunos países permiten el comercio y transferencia a título oneroso de las licencias entre los operadores, generalmente con el aval técnico y económico del regulador en cuestión. Con base a la información contenida en el ITU ICTEye³⁰, algunos países en América Latina (Guatemala, El Salvador, Chile, México y Uruguay) permiten el comercio de espectro entre operadores; en tanto los principales referentes de Europa (Reino Unido, España, Finlandia, Dinamarca) y Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) poseen mercado secundario de espectro. A manera de ejemplo, en estos casos el rol del regulador pasa por aprobar y controlar la cesión de derechos para evitar posibles negociaciones que tiendan al establecimiento de posiciones dominantes con respecto al espectro y de controlar y vigilar el uso eficiente del mismo.

³⁰ ITU's ICT-Eye database: <http://www.itu.int/net4/itu-d/icteye/>

Cuadro 1 – Experiencia en América Latina

A nivel de América Latina, la eficiencia en el uso del espectro, como principio orientador dentro de los marcos regulatorios de gestión y administración de este recurso, ha motivado a diversas administraciones de países de la región (por ejemplo, México, Chile, Colombia), a analizar sus regímenes regulatorios para considerar la inclusión de mecanismos de administración y asignación del espectro basados en criterios de eficiencia técnica, económica y social. Esta tendencia surge como una respuesta al incremento de la demanda de espectro radioeléctrico y su identificación como un recurso escaso, al vertiginoso desarrollo tecnológico en los diferentes sectores de la economía y a la digitalización de las redes y los servicios de telecomunicaciones. No obstante, este proceso de transición en el esquema de administración de espectro implica el análisis y desarrollo de herramientas e instrumentos técnicos y regulatorios que permitan la implementación de mecanismos flexibles en dicha administración, asegurando el correcto desempeño de los servicios de telecomunicaciones y la eficiencia económica y social en los procesos de asignación del espectro.

En la actualidad, si bien varios países de la región tienen incluida la figura de cesión o arrendamiento de licencias para uso de espectro en el mercado secundario, no se han conocido transacciones importantes¹. Por otra parte, existen varios intentos para llevar adelante transacciones, aunque ninguna autoridad regulatoria quiere ser la primera en autorizarlas porque el concepto es todavía muy nuevo en la región. Por ejemplo, Claro quiere adquirir 10MHz en la banda de AWS en Perú a Telefónica y, sin embargo, el regulador todavía no ha aprobado la transacción. En Chile, como consecuencia de la no utilización del espectro en la banda de AWS de VTR y Nextel y el paso del primero a MVNO, se busca crear una ley que permita la venta de las licencias en el mercado secundario. Al momento, este intento está bajo consideración en el congreso. En Colombia, con posterioridad a su fusión con UNE, el operador móvil Tigo ha sido obligado a que dentro del plazo de dos años venda o arriende a otro operador el espectro en aquellas bandas donde exceda su límite de asignación. Sin embargo, esto aún no se ha implementado²

¹ La única excepción es el caso de Puerto Rico donde AT&T acaba de comprarle a otro operador espectro en la banda de 700 MHz.

² En Paraguay el espectro en la banda de AWS actualmente en manos de COPACO podría ser reasignado para incluirlo en la subasta de este año, pero esta operación no sería efectuada en el mercado secundario, sino estaría ocasionada por reasignación/ reorganización.

El mercado secundario puede también involucrar ciertas desventajas como el hecho de que requieren disposiciones administrativas para la reventa de frecuencias que no estén consideradas en el marco regulatorio original. Al mismo tiempo, existe el potencial de distorsión de competencia en la medida de que los precios obtenidos en el mercado público por medio de subastas se diferencian con el generado en el mercado secundario. Finalmente, el mecanismo también puede acarrear maniobras especulativas ligadas a la acumulación de espectro inutilizado.

2.3 La compartición de espectro

La compartición de espectro es una posible fuente de mejora en la utilización del espectro que depende de acciones regulatorias. El concepto en este caso consiste en otorgar a más de un usuario la posibilidad de usar una banda de frecuencia determinada. Varios modelos de compartición de espectro pueden ser identificados. Esta sección presenta cinco modelos:

- Espectro no licenciado (bandas de uso general);

- Combinación de espectro proveniente de varios operadores licenciados;
- Utilización de sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos (RDI) y sistema radioeléctrico cognoscitivo (SRC);
- Compartición de espectro usando celdas pequeñas; y
- Combinaciones de redes inalámbricas (por ejemplo, enrutamiento de tráfico celular por sitios Wi-Fi, off-load).

2.3.1 Espectro no licenciado (bandas de uso general)

El modelo de compartición de espectro más común es la utilización de bandas de uso general. No todas las bandas de espectro son asignadas con base en subastas de frecuencias para uso exclusivo. En este caso, el uso de estas bandas es libre y su regulación está basada solamente en restricciones técnicas y certificación de dispositivos para limitar la interferencia a otros servicios. Por ejemplo, en Estados Unidos las siguientes bandas de frecuencia han sido asignadas de manera general sin necesidad de adquirir una licencia particular (ver tabla 7).

Tabla 7: Estados Unidos: Normas y tecnologías operando en bandas de uso general

Normas técnicas	Bandas	Cobertura Geográfica	Ancho de banda	Aplicaciones
Wi-Fi (802.11b, 802.11g)	2.4 GHz 3.6 GHz 5 GHz	Interiores: 38 metros Exteriores: 125 metros	Hasta 54 Mbps	Computadoras Impresoras Teléfonos móviles Tabletas
Bluetooth (802.15.1)	2.4 GHz	Interiores corta distancia	1-3 Mbps	Audífonos Redes de PC Escaneadores Terminales de tarjeta de crédito
ZigBee (802.15.4)	915 MHz	75 metros	250 Kbps	Interruptores de luz Medidores de electricidad Sistemas de gestión de tráfico
WirelessHART (802.15.4)	2.4 GHz	Interiores: 60-100 metros Exteriores: 250 metros	250 Kbps	Monitoreo de procesos industriales Monitoreo de consumo eléctrico Mantenimiento de equipamiento remoto
WirelessHD	60 GHz	30 pies	28 Gbps	Televisores HD
WiGig (802.11ad)	60 GHz	5-10 metros	6 Gbps	Teléfonos inteligentes Tabletas PCs y periféricos TV y periféricos Cámaras digitales Cámaras de video

Normas técnicas	Bandas	Cobertura Geográfica	Ancho de banda	Aplicaciones
RFID	50-500 kHz 13.56 MHz 0.9 a 2.5 GHz	Hasta 29 pulgadas	Read-only: 8.75 kbps Active Read -Write: 3 kbps	Monitoreo de activos físicos (ej. contenedores) Monitoreo de ganado Pagos de tarjeta de crédito Peaje Gestión de cadenas de aprovisionamiento

Fuente: compilación del autor.

En este caso, cualquier operador o fabricante de equipamiento puede introducir un producto en la medida de que el mismo cumpla con ciertos requerimientos técnicos. En la actualidad, las bandas generales están siendo extendidas en términos de su aplicación en muchos países industrializados (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá).

Se destaca que aunque estas bandas/dispositivos suelen denominarse “sin licencia (unlicensed)”, en realidad sí requieren una licencia, pues regulatoriamente dichos dispositivos están exentos de una licencia particular debido a que su operación ya ha sido autorizada para el público general a través de una Autorización (Licencia) General que incluye las condiciones técnicas y operativas que deben ser estrictamente obedecidas al operar estos dispositivos, con el fin de garantizar su uso sin interferir con otros dispositivos similares u otros servicios. La expresión "sin licencia" no debe entonces malinterpretarse como un permiso para operar estos dispositivos de una manera libre, pues cualquier alteración de los parámetros de preconfiguración autorizadas es una infracción de esa Licencia General.

2.3.2 Combinación de espectro proveniente de varios operadores licenciados

Este modelo de compartición asigna ciertas bandas de frecuencia a ser usadas de manera cooperativa en zonas geográficas restringidas. El concepto ha sido desarrollado por Nueva Zelanda en los denominados “Parques de Espectro Licenciado” (*Licensed Spectrum Parks*) (ver Katz y Beltrán, 2015). El Ministerio de Emprendimientos, Innovación y Empleo de Nueva Zelanda, administrador del espectro, ha reservado la banda de 2575 a 2620 MHz (con 5 MHz requeridos para banda de guarda) para ser asignada en parques de espectro. Hacia septiembre 2009, ya se habían asignado 80 licencias³¹.

El concepto de parque de espectro busca “promover un modelo flexible, cooperativo, de bajo costo y autogestionado en la asignación y uso” en la banda designada (MBIE, 2010). De esta manera, el parque permite el uso compartido de una banda de espectro, con el objetivo de promover la asignación eficiente y la innovación en el uso de espectro.

Los parques de espectro representan una alternativa a las licencias nacionales que permiten a pequeños operadores que desean especializarse en un área geográfica específica puedan hacerlo sin tener que incurrir en el pago de grandes sumas de dinero, típicas en las subastas de espectro. De acuerdo al Ministerio encargado de asignar las frecuencias, los parques de espectro están destinados a “servicios regionales y locales”, en los que los licenciatarios requieren “cierta coordinación o compartición” (MBIE, 2010).

La asignación de licencias en este modelo sigue un proceso por orden de llegada (“*first-come, first-served*”). Los licenciatarios deben pagar una cuota por gastos administrativos anuales, la que incluye cargos por administración y alquiler de recursos. Estas no exceden los NZD \$300 (aproximadamente USD195) por año por licencia. En el caso de que más de una empresa esté interesada en obtener

³¹ Ver Ministry of Business, Innovation and Employment (20010). *Managed Spectrum Parks Allocation Rules*. New Zealand Government. www.rsm.govt.nz, y Ministry of Business, Innovation and Employment (2009). *Managed Spectrum Parks: Park Rules*. New Zealand Government. www.rsm.govt.nz.

una licencia para un área específica, el Ministerio ha definido un proceso de mediación para decidir quién es el ganador. La primera instancia de negociación está basada en la negociación privada entre los candidatos a la licencia. Si esta instancia falla, se recurre a un proceso de lotería. De esta manera, el regulador ha desplazado la responsabilidad decisoria de quién recibe la licencia a los candidatos: son ellos los que deben desplegar un esfuerzo razonable para llegar a un acuerdo que lleve hasta a una compartición de la licencia. Las condiciones de compartición incluyen términos de utilización para evitar la interferencia.

Si dos candidatos llegan a un acuerdo de compartición, la licencia es asignada a ambos. La compartición puede ser hecha entre dos o tres operadores operando en la misma frecuencia, o el área asignada puede ser dividida entre los mismos. Si es posible, se acuerda que el “parque” será administrado de manera coordinada. Las disputas referidas a interferencia deben ser resueltas con base en procesos de mediación, siguiendo un protocolo pre-establecido.

En América Latina, existen ciertos países en los cuales bandas de espectro son asignadas para propósitos de investigación y desarrollo en áreas de nuevas tecnologías inalámbricas.

2.3.3 Utilización de sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos y sistema radioeléctrico cognoscitivo

La compartición de espectro también es posible mediante tecnologías que introducen un cierto grado de flexibilidad en el uso de espectro. Los sistemas radioeléctricos determinados por programas informáticos permiten fijar o modificar mediante software, los parámetros de funcionamiento de las frecuencias de radio, incluyendo selección de bandas, tipo de modulación, o potencia de salida. Por otro lado, los sistemas de radio cognoscitivo permiten a emisores y receptores adaptarse de manera dinámica y autónoma a los parámetros y protocolos operacionales a partir de información extraída del entorno operativo y geográfico³².

El valor económico de estos sistemas es todavía difícil de estimar debido al carácter embrionario de la tecnología. Sin embargo, investigadores han comenzado a estimar el impacto económico potencial de estas tecnologías basándose en casos de uso de compartición. Por ejemplo, radios cognoscitivas permiten compartir espectro entre licenciatarios primarios y secundarios en la medida de que estos sistemas permiten controlar eficazmente la utilización de espectro a partir de normas establecidas en un canal de negociación. Alternativamente, el licenciatario primario puede arrendar sus recursos de manera flexible con base en la tecnología cognoscitiva. Esto permite alcanzar niveles de eficiencia más elevados que los convencionales basados en derechos de propiedad exclusivos³³.

Estas nuevas tecnologías proporcionan una gestión inteligente de los recursos del espectro, de manera inmediata, abriendo la puerta a nuevas aplicaciones, como el TV White Space. Sin embargo, como ocurre con todas las evoluciones relacionadas en Telecomunicaciones, una vez que las nuevas tecnologías salen al mercado, los laboratorios se enfrentan al mundo real, y deben responder a retos tales como:

- Calidad de Servicio: el concepto de uso compartido mediante licencia general conlleva intrínsecamente un régimen de operación de no protección/no interferencia, entonces, como en Wi-Fi, todos los terminales deberán compartir el espectro disponible en un momento dado en una zona determinada. Entonces, ¿cómo puede cada terminal garantizar un nivel mínimo de calidad de servicio, a pesar de no tener un ancho de banda mínimo garantizado?
- Soluciones de última milla y/o de red de transporte: ¿cómo manejar el problema de interferencia con las estaciones primaria /secundarias en cualquiera de los casos?

³² Unión Internacional de telecomunicaciones. *Definiciones de sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos (RDI) y sistema radioeléctrico cognoscitivo (SRC)*. Informe ITU-R SM.2152 (09/2009).

³³ Uusitalo, M., Wijting, C., Rantalainen, T., Berg, K., Klemettila, A. y Niva, I. *Different approaches to estimate the value of cognitive radio*. Aalto: Nokia Research Center.

- El primer enfoque también implica el uso de chips embebidos: ¿cómo llegar a la masa crítica para conseguir un mercado masivo que permite a los precios de los terminales sean lo suficientemente bajo?
- ¿Cómo gestionar el riesgo de una futura licencia a una estación del servicio primario para operar el canal que utilizan los dispositivos no licenciados en el área?
- Teniendo en cuenta todas estas cuestiones, es la mejor forma de garantizar la sostenibilidad a largo plazo (modelo de negocio) de un proyecto de este tipo.

2.3.4 Compartición de espectro usando celdas pequeñas

Cuando el licenciatarario primario utiliza el espectro en ubicaciones remotas, el espectro puede ser re-utilizado por celdas pequeñas en zonas urbanas de alta demanda que estén lejos de estas localidades. Por ejemplo, el regulador de telecomunicaciones estadounidense permite el uso compartido de espectro y el despliegue de pequeñas celdas en la banda de 3.5 GHz, donde los radares marítimos son el usuario primario (*short range devices SRD*).

El uso de celdas pequeñas está condicionado por varios factores. En primer lugar, se debe considerar el nivel de protección de la interferencia a servicios primarios o secundarios, lo que impacta la cobertura de las celdas pequeñas. Adicionalmente, se debe evaluar el uso geográfico del espectro por parte del usuario primario o secundario, lo cual incide en los lugares donde las celdas pequeñas se puedan desplegar. En tercer lugar, se considera si la frecuencia de la banda de espectro y sus características de propagación coinciden con los que necesitan estas celdas. Finalmente, es importante determinar la armonización internacional de la banda de espectro compartido para el uso de banda ancha móvil, lo que puede generar mayores economías de escala.

2.3.5 Combinación de redes

La combinación de tecnologías Wi-Fi y celular, operando en diferentes bandas de espectro permite acomodar gran parte del incremento del tráfico inalámbrico. La tecnología Wi-Fi ya es usada para enrutar una alta proporción del tráfico inalámbrico. Analistas estiman que 40% del tráfico inalámbrico (principalmente el acceso a Internet) es enrutado por sitios de Wi-Fi públicos y privados³⁴. Cisco estima que el promedio mundial de consumo de datos inalámbricos es cuatro veces más alto en sitios Wi-Fi que en redes celulares, representando 55 MB y 13 MB respectivamente³⁵. Como es de esperar, ciertos países industrializados como Estados Unidos están en un nivel de enrutamiento de Wi-Fi más avanzado que el resto del mundo, aunque de alguna manera representan un escenario de desarrollo posible para el resto del mundo. Por ejemplo, de acuerdo a una muestra de 200.000 usuarios estadounidenses, Mobidia estima que, en Enero del 2012, 88% de los usuarios de teléfonos inteligentes (*smartphones*) usaban sitios Wi-Fi, con un factor de enrutamiento de tráfico del 63.4%.³⁶

El valor económico de la combinación de redes celulares y Wi-Fi puede ser calculado con base en beneficio resultante de la reducción de congestión para los operadores celulares (Bazelon, 2008). Adicionalmente, los usuarios de servicio inalámbrico reciben valor como resultado de poder acceder a Internet sin, en muchos casos, tener que gastar costos de transporte, o beneficiarse por un gasto energético menor (y por lo tanto más tiempo de vida de batería)³⁷ y mayor velocidad de acceso (Cui et al, 2013).

En síntesis, como complemento a las redes celulares, los sitios Wi-Fi permiten reducir el costo de acceso móvil a Internet, disminuir la inversión de capital en redes móviles, y ofrecer un acceso a Internet a una velocidad más elevada.

³⁴ Fuentes: Cisco (38.5%); Juniper Research (40%).

³⁵ Cisco (2013).

³⁶ Informa (2012). "Understanding today's smartphone user: demystifying data usage trends on cellular & Wi-Fi networks".

³⁷ Lee et al. (2010) estiman que el enrutamiento por Wi-Fi ahorra 55% de carga de batería.

2.4 Conclusión

De esta manera, derivado de las prácticas de ingeniería de espectro y con base en las tendencias y recomendaciones internacionales así como las Recomendaciones de la UIT-R, se han identificado diversos mecanismos basados en la compartición de bandas de frecuencia, compartición de infraestructura uso geográfico del espectro y bases de datos de geo-localización para el aprovechamiento de espacios en blanco, técnicas de radio cognitiva y de software, entre otros; los cuales acompañados de esquemas flexibles para acceso al espectro, convergen en innovadores mecanismos basados en Acceso Compartido de espectro Licenciado/Autorizado (LSA/ASA, por sus siglas en inglés), ya sea estático o dinámico (Acceso Dinámico de Espectro o DSA, por sus siglas en inglés), a estructuras regulatorias que combinan asignaciones de espectro mediante licencias individuales, licenciamiento ligero y espectro con permisos generales, o a estructuras relacionadas directamente con los títulos habilitantes mediante la implementación de Mercados Secundarios de Espectro.

¿En que se basa la decisión regulatoria sobre la posibilidad compartir el espectro en lugar de asignar su uso de manera exclusiva? La decisión clave es si se debe remover a un usuario establecido y darle el uso de la banda al nuevo usuario o si se debe declarar que la banda de espectro debe ser compartida. Bazelon y McHenry (2013) definen cuatro escenarios para tomar la decisión:

- Si el valor del espectro para el usuario nuevo es mayor que el costo de remover o despejar al usuario establecido, la reasignación incrementa el beneficio social.
- Si los costos de remover al usuario establecido exceden el valor creado por el nuevo usuario, no vale la pena la reasignación.
- Cuando abrir la banda a un grupo de nuevos usuarios crea más valor que lo que el establecido pierde, compartir el espectro resulta en una mejora del beneficio.
- Y cuando la pérdida para el establecido es mayor que el valor creado al permitir a un grupo de usuarios nuevos compartir la banda, la decisión de compartir no mejora el beneficio.

Desde un punto de vista técnico, una de las mayores preocupaciones en los esquemas de compartición de espectro está relacionada con las potenciales interferencias perjudiciales que llegarían a afectar el desempeño de los servicios de telecomunicaciones. Para ello, se hace necesario contar con un preciso inventario de los usuarios del espectro (licenciatarios, usuarios autorizados, bandas de uso libre identificadas, etc.) y analizar la evolución de los sistemas de telecomunicaciones con técnicas basadas en la obtención de información del ambiente de radio frecuencia, como sensores, canal piloto cognitivo (CPC), Selección Dinámica de Frecuencia (DFS, por sus siglas en inglés), Radio Definido por Software (SDR, por sus siglas en inglés), Radio Cognoscitiva (CR, por sus siglas en inglés), entre otros. En otras palabras, la inclusión de mecanismos relacionados con modelos orientados al mercados y modelos de uso común de espectro, implica el desarrollo de reglas, políticas y herramientas regulatorias y técnicas para todo el ciclo de gestión del espectro: planeación, atribución, adjudicación, asignación y control.

3 Aspectos económicos y de mercado a considerar en la asignación y uso de espectro radioeléctrico

3.1 Metodologías para la valoración del espectro

¿Cómo se determina el precio del espectro? Un estudio comisionado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones³⁸ indica tres escenarios de valoración. El primero se refiere cuando el espectro

³⁸ Alden. J. *Exploring the value and economic valuation of spectrum*. Geneva: International Telecommunication Union (ITU/BDT), April 2012 (<https://www.itu.int/pub/D-PREF-BB.RPT3-2012>).

es asignado mediante una subasta. En este caso se requiere de un valor indicativo del espectro, usualmente dado por el precio de reserva. El segundo ocurre cuando el propietario original de la licencia la revende en el mercado secundario. En este caso se requiere de la determinación de precios para alcanzar un precio óptimo en la transacción entre vendedor y comprador. El tercer caso ocurre cuando el uso del espectro requiere el pago de cargos recurrentes (impuestos o aranceles). En este caso, los pagos están determinados por incentivos de uso.

Dado el alto grado de incertidumbre en la determinación del valor del espectro, las ANR tienden a utilizar múltiples metodologías de valoración para calibrar las diferentes estimaciones. La metodología más usual es la utilización de resultados comparables (*benchmarking*) basados en los resultados de subastas o transacciones secundarias precedentes, aunque también se utilizan otras tres metodologías: modelos de costos evitados, análisis de casos de negocio, y estimación del costo de oportunidad. Los **modelos de costos evitados** calculan la inversión que debe ser hecha por operadores para responder al aumento de tráfico en la red si no tuviesen acceso al espectro. La **estimación del caso de negocio** calcula el beneficio financiero (en términos del flujo de caja descontado) derivado del acceso a bandas de espectro. La **estimación del costo de oportunidad** se basa en el cálculo del valor generado por el uso del espectro en aplicaciones alternativas diferentes de las telecomunicaciones móviles. El siguiente capítulo presenta en primer lugar los detalles de cada metodología y concluye detallando como las mismas son usadas para determinar el precio de espectro en una potencial subasta.

3.1.1 Utilización de resultados comparables (*benchmarking*)

La utilización de resultados comparables (comúnmente llamada metodología de *benchmarking*) es la metodología más común usada en la valoración de espectro. El análisis de resultados de comparables puede ser hecho de dos maneras:

- Compilación y normalización de precios de subastas obtenidos en casos similares al país para el cual se utilizarán los resultados (por ejemplo, países vecinos);
- Análisis econométrico, lo que permite incluir casos diferentes, considerando diferencias socioeconómicas o topográficas.

Esta metodología requiere la compilación de precios pagados en otras subastas u otras transacciones de espectro, lo que es posible en el caso de espectro para telecomunicaciones celulares pero no en el caso de espectro disponible para servicios satelitales o de vínculos de microondas. Las principales ventajas de esta metodología es la simplicidad en su compilación y comunicación, así como en el hecho de que los precios pueden ser fácilmente verificados. La desventaja es que los datos comparables pueden no necesariamente reflejar circunstancias específicas del país para el que se usan los resultados del análisis. Por ejemplo, el valor generado por una subasta de espectro varía en términos del mercado en el que éste se usa. Adicionalmente, la selección de datos puede tener un impacto significativo en los resultados del precio del espectro a estimar.

Las condiciones que afectan el precio incluyen el marco financiero y fiscal nacional, obligaciones parafiscales del regulador (fondo universal, etc.), obligaciones de cobertura, topes de espectro, disponibilidad de bandas en el corto y medio plazo, duración de la concesión, y la opción de renovación.

Para dar una solución a las desventajas mencionadas arriba, esta metodología requiere que los datos a utilizar deban ser normalizados (es decir, considerados con las variables que permiten su comparabilidad). Los factores a considerar en la compilación de datos comparables de precio de espectro incluyen las características de las frecuencias a ser subastadas (bandas, y cantidad de espectro), condiciones de venta de la licencia (duración temporal, obligaciones involucradas como cobertura), momento en el que la subasta es efectuada en términos del desarrollo de mercado, factores económicos y estructurales (dimensión de la economía, crecimiento proyectado, nivel de ingreso, densidad poblacional y nivel de urbanización), aspectos específicos de los participantes en la subasta (uso del espectro a ser adquirido, objetivos estratégicos de potenciales adquirentes), y

particularidades de las subastas (como el precio de reserva, y límites pre-establecidos en la cantidad de espectro a ser adquirido por cada operador).

En particular las variables clave a ser compiladas incluyen:

- Características de las frecuencias a ser subastadas: éstas incluyen el rango de frecuencias, las tecnologías y servicios que podrían ser usadas en las frecuencias, y la cantidad de espectro disponible. Los datos a ser utilizados deben corresponder a frecuencias similares; las diferencias en los planes de atribución de frecuencias deben ser consideradas y, de preferencia, la información compilada debe corresponder a países con planes similares.
- Características de la licencia: éstas debe incluir las condiciones bajo las cuales la licencia fue vendida, lo que debe incluir duración en el tiempo y obligaciones de cobertura, si estas existen.
- Momento en que la subasta fue hecha: datos de subastas muy antiguas en el tiempo pueden no ser apropiados dado que las circunstancias comerciales, industriales y tecnológicas pueden haber cambiado con respecto a la situación actual; en este sentido, es conveniente, compilar información actualizada.
- Aspectos específicos de valoración referentes a los participantes en la subasta: estos dependen del uso planeado de espectro para aumentar la rentabilidad de la empresa (en términos de incremento de ingresos o reducción de costos) y la expectativa del mercado. En este sentido, las variables a compilar deben incluir las licencias que poseen los participantes en la subasta, el despliegue de sus redes, sus objetivos estratégicos y expectativa del mercado.

Una vez seleccionados aquellos casos donde los resultados son válidos en términos de su comparabilidad, se deben calcular los valores normalizados (es decir, donde éstos se controlan por diferencias en el tipo de mercado). Los tres indicadores a utilizar son:

- Valor por MHz por población en términos reales
- Valor por MHz por Producto Interno Bruto (PIB) per cápita
- Valor por MHz población ajustado por paridad de poder adquisitivo
- Todos los anteriores por año (considerando diferencias en el período de las licencias)

Las primeras dos medidas son más utilizadas que la tercera. Sin embargo, la tercera tiene una ventaja en la medida de que incorpora el nivel de desarrollo económico (y por lo tanto, potencial del mercado) a la normalización por población. Por otro lado, la desventaja de las primeras dos medidas es que tiende a no ser muy eficaz en contextos de países con alta tasa inflacionaria. En términos generales, es recomendable utilizar los tres indicadores para poder identificar diferencias en el valor estimativo de las mismas, e igualmente hacer la equivalencia para intervalos similares de tiempo.

Más allá de la normalización por MHz, población y PIB per cápita, la compilación de precios de cada subasta comparable debe ser calibrada en términos del valor total recaudado (en caso de que se deban incluir pagos anuales por uso de la licencia además del precio pagado al final de la subasta), y de la duración de la licencia. Por otra parte, los precios deben también ser convertidos a una moneda única, usando tipos de cambio ajustados por paridad de poder adquisitivo e inflación.

Una vez compilada y normalizada la información de precios obtenidos por subastas en cada país, es importante considerar precios en bandas de frecuencia comparables para calcular promedios que permitan estimar el valor potencial del espectro a ser subastado. En caso en que algunos de los casos a considerar en el promedio incluyan países con particularidades específicas como límite en el monto de espectro a ser adquirido por un operador, dichos casos deberán ser excluidos o asignados un peso normalizador. Si no existen suficientes ejemplos en bandas específicas de frecuencia, se deberá agregar los casos en grupos de bandas con características similares de propagación de señal (por ejemplo, agregar las bandas de 800 MHz en Europa y 700 MHz en las Américas para 4G, o la banda de AWS en las Américas con la de 2.1 GHz en Europa y Asia).

La tabla 8 presenta un ejemplo de casos comparables para determinar el precio de espectro en América Latina.

Tabla 8: América Latina: Subastas de espectro (2006-15)

País	Año	Frecuencia	Oferta	Recaudación (en millones US \$)	Precio por MHz por POP (US \$)
Venezuela	2007	1.900 MHz	60 MHz	\$ 240	\$ 0,145
Perú	2007	850 MHz	25 MHz	\$ 22	\$ 0,031
Perú	2007	1.900 MHz	35 MHz	\$ 27	\$ 0,027
Panamá	2007-8	1.900 MHz	80 MHz	\$ 229	\$ 0,832
Chile	2009	1.700 MHz /2.100 MHz	90 MHz	\$ 18	\$ 0,012
México	2010	1.700 MHz /2.100 MHz	30 MHz	\$ 405	\$ 0,114
México	2010	1.900 MHz	30 MHz	\$ 217	\$ 0,061
México	2010	1.700 MHz /2.100 MHz	30 MHz	\$ 14	\$ 0,004
Brasil	2007	1.900 MHz/2.100 MHz	90 MHz	\$3,096	\$ 0.178
Brasil	2010	1.900 MHz/2.100 MHz	20 MHz	\$ 712	\$ 0,179
Colombia	2010	1.900 MHz	20 MHz	\$ 22	\$ 0,043
Colombia	2010	2.500 MHz	50 MHz	\$42	\$ 0,018
Costa Rica	2010	Varias	110.4 MHz	\$170	\$ 0,286
Nicaragua	2010	1.900 MHz	50 MHz	\$ 12	\$ 0,042
Brasil	2012	2.600 MHz	120 MHz	\$ 1.396	\$ 0,057
Chile	2012	2.600 MHz	120 MHz	\$ 12	\$ 0,006
Colombia	2012	1900 MHz	10 MHz	\$ 51	\$ 0,043
Venezuela	2012	1.800 MHz	30 MHz	\$ 85	\$ 0,095
Bolivia	2013	700 MHz	24 MHz	\$ 19	\$ 0,076
Colombia	2013	1.700 MHz	90 MHz	\$ 270	\$ 0,063
Colombia	2013	2.600 MHz	100 MHz	\$ 145	\$ 0,030
Honduras	2013	1.700 MHz	80 MHz	\$ 24	\$ 0,038
Perú	2013	1.700 MHz	80 MHz	\$ 257	\$ 0,105
Uruguay	2013	1.700 MHz	60 MHz	\$ 68	\$ 0,333
Uruguay	2013	1.900 MHz	60 MHz	\$ 47	\$ 0,229
Argentina	2014	700 MHz	90 MHz	\$ 1.044	\$ 0,269
Argentina	2014	850 MHz	8 MHz	\$ 45	\$ 0,130
Argentina	2014	1700 MHz	90 MHz	\$ 1.000	\$ 0,258

País	Año	Frecuencia	Oferta	Recaudación (en millones US \$)	Precio por MHz por POP (US \$)
Argentina	2014	1900 MHz	30 MHz	\$ 163	\$ 0,126
Bolivia	2014	1700 MHz	30 MHz	\$ 23	\$ 0,073
Brasil	2014	700 MHz	60 MHz	\$ 2.410	\$ 0,195
Chile	2014	700 MHz	70 MHz	\$ 22	\$ 0,018
R. Dominicana	2014	900 MHz	20 MHz	\$ 28	\$ 0,134
R. Dominicana	2014	1.700 MHz	40 MHz	\$ 42	\$ 0,101
Venezuela	2014	2.600 MHz	80 MHz	\$ 240	\$ 0,098
Venezuela	2014	1.700 MHz	40 MHz	\$ 148	\$ 0,120
Ecuador	2015	1.700 MHz	40 MHz	\$ 120	\$ 0,185
Ecuador	2015	1.900 MHz	70 MHz	\$ 210	\$ 0,185

Nota: Para la Licitación 21 en México fueron separadas las asignaciones a Nextel y las de los demás operadores.

Fuente: Autoridades Regulatorias

Como puede observarse en el cuadro 4, bajo igualdad de condiciones en una licitación, el principal factor determinante del precio del espectro es la riqueza del país (PIB) y su población. Para efectos de normalización, la medida típica utilizada es el precio pagado por MHz por habitante (US \$/MHz/POP). Esta sección busca hacer una estimación del precio esperado utilizando el histórico y los indicadores macroeconómicos.

Es necesario sin embargo enfatizar que el tipo de subasta y las condiciones en las licencias afectan sustancialmente el precio a ser pagado. El limitar el número de posibles participantes le quita profundidad al mercado, lo que se traduce en precios menores. Existen varios casos en la región, tales como la asignación de la banda de 1.700/2.100 MHz en Chile (2009) y México (2010), en donde se impusieron restricciones a la participación de empresas existentes (por ejemplo, topes de espectro) o bien se consideraron criterios diferentes a la remuneración económica³⁹; por lo tanto, sólo fue recaudado US \$0,012 y US \$0,004 por MHz por habitante en cada uno de estos países respectivamente. Asimismo, si se imponen condiciones de cobertura o inversión, los flujos de caja esperados disminuyen, lo que tiene un impacto negativo en el precio que puede ser obtenido. Finalmente, los pagos recurrentes por el pago del espectro – que varían sustancialmente de país a país – también tienen un impacto importante en los flujos de caja y por lo tanto en el valor recaudado.

La Licitación 66 en Estados Unidos en 2006, de 90 MHz en la banda de 1.700/2.100 MHz, recaudó US \$ 13.700 millones, lo que se traduce en un pago por MHz por habitante de US \$ 0,508. La Licitación 73, de 62 MHz en la banda de 700 MHz, recaudó US \$ 18.959 millones, equivalente a US \$1,006 por MHz por habitante. En Alemania en 2010 fueron licitados 60 MHz en la banda de 800 MHz; esta subasta recaudó €3.576 millones, equivalentes a US \$1,034 por MHz por habitante. Es decir, se pagó una cantidad normalizada similar a la obtenida en Estados Unidos.

En 2010, México licitó 30 MHz en la banda de 1.700/2.100 MHz por US \$405 millones, equivalentes a US \$0,12/MHz/POP, lo que implica que el descuento con respecto a la licitación de la banda similar en Estados Unidos cuatro años antes es de aproximadamente 76,3%. En Brasil en ese mismo año, la licitación de 20 MHz en la banda H (1.900/2.100 MHz) recaudó US \$ 712 millones, equivalentes a US \$0,187/MHz/POP, lo que implica un descuento comparado con Estados Unidos de 73,7%. En Perú

³⁹ Chile utilizó como criterio principal el ofrecimiento de la mayor cobertura en el menor tiempo.

en 2007 se licitaron 25 MHz en la banda B (850 MHz) y 35 MHz en las bandas D y E por US \$22.2 millones y US \$27 millones respectivamente, dando un pago de US \$0,033 y US \$0,28 por MHz por habitante; el descuento implícito respecto a Estados Unidos es, en promedio, por lo tanto, de 93,5%. En Colombia en 2010 fueron 20 MHz en la banda de 1.900 MHz licitados por US \$220 millones, equivalentes a US \$0,022 por MHz por POP.

3.1.2 Análisis econométrico

El análisis econométrico es utilizado para estimar el valor del espectro, controlando por factores como las condiciones de la demanda y la estructura de la industria. Los modelos econométricos son especificados con base en una muestra de resultados de subastas, incluyendo la variable dependiente (precio del espectro) y numerosas variables independientes (banda, ancho de banda ofrecido, momento de la subasta respecto al desarrollo de la industria, duración de la licencia, alcance geográfico de la misma, obligaciones de cobertura, características de la subasta, características económicas y estructura de la industria).

La desventaja principal del análisis econométrico es la disponibilidad de suficientes datos (es decir el número de casos de subastas a considerar). En la medida de que la robustez estadística de resultados requiere un elevado número de observaciones, este análisis no es muy fiable con un número de casos inferior a las 50 observaciones. Finalmente, es importante mencionar que algunas de las variables independientes pueden ser definidas de manera diferente por cada país, con lo cual las muestras estadísticas que sirven de base a este análisis pueden carecer de consistencia en las definiciones.

3.1.3 Modelos de costos evitados

Como se explicó arriba, la estimación de los costos evitados se basa en el cálculo de la reducción potencial de costos (a partir de la capacidad o la cobertura adicionales) resultante si espectro adicional fuese puesto a disposición de los operadores. Este modelo asume que el operador debe responder al requerimiento de mayor capacidad en su red debido al crecimiento en el número de usuarios y al uso de dispositivos. La necesidad de aumentar la capacidad de la red puede ser resuelta mediante:

- Mejoras en la eficiencia tecnológica (mas Mbps/MHz)
- Mayor reuso de frecuencias
- Aumento de infraestructura de radio bases
- Combinación de redes (por ejemplo, enrutamiento de trafico celular mediante sitios Wi-Fi)
- O, en último análisis, la adquisición de mayor espectro.

La inversión de capital adicional requerida para las cuatro primeras opciones sin tener la posibilidad de acceder a la adquisición de más espectro es lo que se denomina los costos evitados. La ventaja en el modelo de costos evitados es que, al estar basado directamente en las características específicas del mercado para el que se estima el precio del espectro, la estimación está basada en el entorno y peculiaridades del contexto y no depende de extrapolación alguna del precio de espectro resultante de subastas en otros países. Al mismo tiempo, en la medida de cada competidor en el mercado puede operar redes con características específicas, el valor del espectro puede ser estimado para cada uno de los operadores. Por otra parte, el desarrollo del modelo requiere el acceso a información de infraestructura y costos específicos de operación de la red para operadores en el mercado para el que se pretende calcular el precio del espectro.

3.1.4 Cálculo del caso de negocio

El supuesto de base de esta metodología es que un operador que adquiere una licencia para ofrecer un servicio de telecomunicaciones nunca pagaría más que el valor presente neto de los flujos de caja descontados generados por la utilización de dicha licencia. En este sentido, el objetivo es calcular la

rentabilidad a ser generada a partir de la adquisición de espectro. Este modelo es particularmente adecuado en el caso de nuevos entrantes al mercado móvil. El cálculo del valor descontado de flujos de caja requiere una estimación de ingresos basados en el número de abonados a ser capturado y los ingresos correspondientes por abonado y los costos de operación del negocio.

Este cálculo está basado en ciertos supuestos. Primero, asume que el espectro es un insumo gratuito en la función de producción del operador móvil. En este sentido, el precio a pagar por espectro no puede exceder el valor neto de los flujos descontados generados por la adquisición del mismo. Segundo, el modelo asume que toda la rentabilidad es resultado de la adquisición de espectro, cuando en realidad una porción de la misma debería ser atribuida a otros factores, como el poder de marca del adquirente.

3.1.5 Estimación del costo de oportunidad

Se define como costo de oportunidad el valor de un bien cuando este es usado en la alternativa más favorable. En el caso del espectro, implica el valor alternativo al que se renuncia cuando se asigna una porción del espectro radioeléctrico a un determinado uso.

La estimación del costo de oportunidad es utilizado para determinar el precio del espectro para servicios diferentes de las telecomunicaciones celulares móviles (por ejemplo, servicios de red móviles privadas, estaciones terrenas satelitales y vínculos de microondas). En estos casos, el objetivo es determinar el nivel de pagos anuales por el uso de espectro en contextos donde el mismo puede estar congestionado. Así, el objetivo en la determinación de un pago anual persigue la utilización eficiente del espectro.

En estos casos, información de subastas de espectro es inexistente, por lo cual los casos comparables no están disponible. Es por ello que las metodologías de valoración en estos casos son similares a los modelos de costos evitados o los casos de negocio.

3.1.6 Integración de metodologías de valoración de espectro

El punto de partida en la determinación del valor de espectro es la determinación del precio de reserva a ser fijado en una subasta. El mismo es el precio mínimo al que el vendedor está dispuesto a vender un bien o servicio. El cálculo del precio de reserva, considerado también como el punto de indiferencia, está basado en la metodología de costos evitados. Esto asume que un operador que considera la adquisición de una licencia no debería pagar menos de lo que le cuesta encontrar una solución a la necesidad planteada por un aumento en el tráfico de la red.

Habiendo fijado el precio de reserva basado en el modelo de costos evitados, la estimación del precio máximo a ser pagado no debería exceder el valor presente neto de los flujos de caja a ser generados por el acceso a la licencia del nuevo espectro. Habiendo determinado los dos extremos del rango de precio, el valor a ser generado por una subasta estaría situado entre ambos puntos. Sin embargo, el análisis de resultados comparables podría generar un resultado situado más allá de los extremos del rango de precios en función de situaciones específicas del país donde se efectúa la subasta (o con base en efecto de “maldición de ganador”).

Es importante mencionar, como conclusión, que en lo que se refiere a las metodologías de valoración de espectro, los modelos de caso de negocio y costo de oportunidad son extremadamente difíciles de desarrollar para una autoridad regulatoria debido a la gran asimetría de información. Sin embargo, a pesar de su dificultad, se recomienda al regulador construir modelos de simulación limitados y compararlos con las bases de datos comparables. Los modelos de simulación que introducen variables comerciales y estratégicas permiten capturar particularidades geográficas importantes en mercados multinacionales integrados.

En el caso de América Latina, por ejemplo, donde el mercado móvil ha alcanzado dimensiones regionales, el valor de licencias para operadores multinacionales puede ser más elevado que lo que puede ser inferido de la extrapolación de subastas en mercados nacionales. Por ejemplo, el valor de espectro adicional para un operador con presencia en la mayoría de mercados geográficos adyacentes puede ser mucho más alto que para un nuevo entrante en la región. Este aparenta ser el caso en la reciente subasta de frecuencias remanentes 3G y 4G en Argentina donde la base económica estimada alcanzaba US\$ 1.966 millones, y la oferta económica total llegó a US\$ 2.233 millones. Al mismo tiempo, un operador con una posición importante en mercados industrializados que ha adoptado una estrategia de expansión continental puede estar dispuesto a pagar más por una licencia que le permita entrar de lleno en la región.

3.2 Estimación del valor económico del espectro no sometido a licencia (bandas de uso general)

Cuando la dificultad para ofrecer suficiente espectro limita o distorsiona la competencia, o frena el desarrollo de los recursos del espectro radioeléctrico, la gestión del mismo incluye la posibilidad de utilizar factores económicos en la evaluación de atribuciones alternativas. La sección 5.2 detalla análisis de impacto económico alternativo de escenarios de atribución derivados del dividendo digital. De manera similar, en esta sección se detalla una metodología para la estimación del valor económico de bandas de uso general. Esta es particularmente relevante en el contexto de atribución alternativa de espectro entre licencias generales o licencias exclusivas a operadores celulares.

Como se detalla en el cuadro 3 de la sección 2.3.1, ciertas bandas de frecuencia son asignadas de manera general sin necesidad de adquirir una licencia particular. La estimación de su valor económico es importante en la medida de que la gestión de espectro puede llevar a que bandas adicionales sean reatribuidas al uso general y por lo tanto retiradas de su disponibilidad para ser subastadas para su uso exclusivo. Si bien el valor económico de bandas asignadas en exclusividad puede ser determinado en función de metodologías como las detalladas en las secciones precedentes, el valor de una licencia de uso general requiere la utilización de otras metodologías. Para ello, se debe determinar cuál es la contribución económica que licencias generales pueden aportar en cuatro dimensiones:

- **Valor complementario:** es decir cuál es el valor que la licencia general aporta como complemento a otras tecnologías exclusivas. Por ejemplo, los sitios Wi-Fi, que operan en licencias de uso general, permiten complementar las redes celulares mediante el enrutamiento de tráfico, lo que permite reducir la inversión de capital en redes (ver sección 2.3.5. combinación de redes).
- **Valor de tecnologías alternativas:** licencias generales pueden proveer la plataforma necesaria para el desarrollo de tecnologías substitutas a las ya existentes, y por lo tanto incrementando el rango de opciones para consumidores. Por ejemplo, estas licencias han facilitado el lanzamiento de plataformas de comunicación por video como Webex o Skype, que representan posibilidades de comunicación a precios más accesibles a consumidores.
- **Valor de modelos de negocio alternativos:** en la medida de que la introducción de nuevos modelos de negocio operando en licencias generales no requiere la autorización previa de operadores que detentan una licencia exclusiva, el desarrollo de los mismos es mucho más dinámico⁴⁰. No hay necesidad de establecer mecanismos de compartición de rentas o subsidios, o de establecer modos de utilización de frecuencias más allá de la necesidad de que el nuevo modelo de negocio cumpla con las reglas pre-establecidas para la licencia de uso general. Todo esto agiliza la introducción de nuevas aplicaciones, como lo son sistemas de telemetría, alarmas de seguridad, y sistemas de video inalámbrico (todos ellos operando en licencias de uso general).
- **Valor de expansión de sistemas de comunicación:** la tecnología Wi-Fi permite la creación de operadores locales de telecomunicaciones en poblaciones aisladas, con lo que se resuelve

⁴⁰ Ver Milgrom, P., Levin, J., and Eilat, A. (2011). *The case for unlicensed spectrum*. Stanford Institute for Economic Policy Research Discussion Paper No. 10-036.

un potencial fallo de mercado. Por ejemplo, en Estados Unidos 3,2 millones de hogares están siendo cubiertos solamente por operadores denominados *Wireless Information Service Providers* (WISPs) operando en licencias de uso general.

La combinación de estas cuatro dimensiones de creación de valor permite calcular la contribución al producto interno bruto (en términos de nuevos negocios), y la creación de excedente del consumidor (en función de menores precios de acceso a comunicaciones) y del productor (a partir de la reducción del capital invertido en redes como resultado del enrutamiento de tráfico).

3.3 Ejemplos internacionales de valoración de espectro

Tal como se recomienda en la sección 4.1, las ANR tienden a utilizar más de una metodología para determinar el valor del espectro con vistas a la realización de una subasta. El objetivo más importante en el cálculo del valor del espectro es la determinación del precio de reserva, aunque ciertas metodologías también son usadas por los participantes de una subasta en la determinación de la oferta. Esta sección presenta ejemplos de metodologías usadas en diferentes casos.

3.3.1 Fijación del precio de reserva en la subasta de las bandas de 800 MHz y 2.5 GHz en el Reino Unido (2013)

Para la determinación del precio de reserva, el regulador Ofcom comisionó un estudio que usó tres metodologías: resultados comparables (Benchmarking), cálculo del caso de negocio, y costos evitados. La selección de resultados comparables se basó en resultados de subastas de las bandas de 800 MHz, 1800 MHz, y 2.5 GHz en el continente europeo. A pesar de que los casos seleccionados fueron compilados con base en la experiencia europea, los casos fueron ajustados para asegurar resultados comparables al contexto británico. Para el cálculo del caso de negocio, los analistas asumieron el valor que tendrían diferentes combinaciones de bandas para diferentes participantes en la subasta (por ejemplo, operadores existentes, nuevos entrantes, y operadores mayoristas). El obstáculo más importante en el cálculo del caso de negocio fue la falta de información suficiente sobre los planes comerciales y tecnológicos de los diferentes participantes en la subasta. Esto requirió tomar numerosos supuestos, lo que introdujo un elevado grado de incertidumbre en las estimaciones. Finalmente, el modelo de costos evitados se basó en el análisis de tres escenarios de crecimiento de tráfico, lo que determinó una estimación del costo evitado si un participante de la subasta hubiese ganado la licencia a una de las bandas.

3.3.2 Determinación del precio requerido para la renovación de licencias en las bandas de 850 MHz y 1800 MHz en Australia

La estimación del precio requerido para renovar las licencias en las bandas de 850 MHz y 1800 MHz en Australia fue hecho con base en la estimación del riesgo que representa para un operador la pérdida de la licencia. Entre los factores considerados en términos de riesgo se incluyeron el riesgo de perder la licencia (lo que resultaría en costos para migrar usuarios a otras bandas), el riesgo de que la licencia quede en manos de un nuevo entrante al mercado (con el consiguiente incremento en la intensidad competitiva), y la incertidumbre respecto al acceso futuro a espectro. Estos factores determinaron que, para reconocer el riesgo de perder la licencia en el momento de su renovación, el valor por el costo evitado se incrementara entre 25% y 50%.

3.3.3 Fijación del precio base de espectro en El Salvador

De acuerdo al reglamento de la Ley de Telecomunicaciones de El Salvador, el valor de precio base espectro se calcula con base en una fórmula pre-establecida:

$$P_{be} = AB * P_{UBE} * P_{ac}$$

Donde:

Pbe: previo base del espectro

AB: Ancha de banda a subastar

PUBE: Precio unitario del espectro por MHz por habitante

Pac: Población a cubrir

El PUBE (Precio unitario del espectro por MHz por habitante) es calculado en el mes de enero de cada año. Para el 2015 es de US\$ 0.018898 por MHz por habitante. El mismo puede ser aumentada a discreción del operador hasta diez veces cuando se trate de frecuencias escasas o de gran incidencia pública (SIGET, 2015).

3.3.4 Fijación de precio base para adquirir una licencia de espectro en Panamá

Se usa como base para el cálculo el precio por MHz ofertado para la adquisición del espectro en Panamá en mayo del 2008, ajustado por la variación del Índice de Precios al Consumidor Urbano (CPIU) de Estados Unidos al momento de la adquisición del espectro. En ese momento, se produjo la entrada de dos nuevos operadores móviles (ASEP, 2015).

3.4 Beneficio económico y social

Más allá de la perspectiva económica del operador, el espectro radioeléctrico tiene un valor para generar impacto económico y social. Los métodos de estimación del beneficio económico y social permiten calcular la contribución de la utilización de las telecomunicaciones inalámbricas a la economía mediante su impacto en el producto interno bruto (PIB) y el empleo, y el cálculo del excedente del consumidor y el del productor. Estos métodos pueden utilizarse para calcular los beneficios económicos derivados del suministro de un único servicio para el usuario final, o pueden sumarse los beneficios económicos de cada servicio a fin de obtener los beneficios totales económicos producidos por las telecomunicaciones inalámbricas en un país.⁴¹

El siguiente ejemplo está asociado a la posibilidad de desplegar redes que ofrecen el servicio de banda ancha móvil en América Latina. La banda ancha móvil (considerada como la adopción de dispositivos inalámbricos de tercera o cuarta generación) representa la tecnología más conveniente para proveer el acceso a Internet a la mayor parte de la población de regiones emergentes. América Latina muestra una adopción promedio de banda ancha móvil de 32.10% (ver Tabla 9).

Tabla 9: América Latina: Penetración de Banda Ancha Móvil (porcentaje de la población) (2009-2013)

País	2009	2010	2011	2012	2013
Argentina	0,50	1,89	3,67	8,41	19,28
Bolivia	0,13	0,53	3,02	7,62	14,26
Brasil	2,93	8,63	19,54	32,77	55,33
Chile	3,32	7,49	14,90	24,49	31,86
Colombia	1,35	2,39	4,61	8,62	16,70
Costa Rica	0,17	2,91	11,79	29,05	52,01

⁴¹ Ver el informe UIT-R SM.2012-4 (06/2014). *Aspectos económicos de la gestión del espectro*, p. 36.

País	2009	2010	2011	2012	2013
República Dominicana	1,00	1,36	5,51	13,59	24,37
Ecuador	2,21	3,69	7,26	8,56	15,86
El Salvador	0,98	2,22	3,97	7,55	14,67
Guatemala	0,91	1,97	3,12	6,24	13,21
Honduras	0,66	1,20	1,86	3,97	7,00
México	1,93	6,43	11,45	17,88	27,54
Nicaragua	0,17	0,71	3,34	8,29	16,47
Panamá	0,98	1,71	5,51	13,56	22,08
Paraguay	0,54	1,50	2,32	4,99	10,02
Perú	0,26	0,92	4,08	12,26	24,17
Trinidad & Tobago	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14
Uruguay	3,74	10,60	17,68	28,29	42,92
Venezuela	11,81	16,04	20,81	28,07	32,31
Total Ponderado	2,31	5,77	11,58	19,41	32,10

Fuentes: GSMA Intelligence.

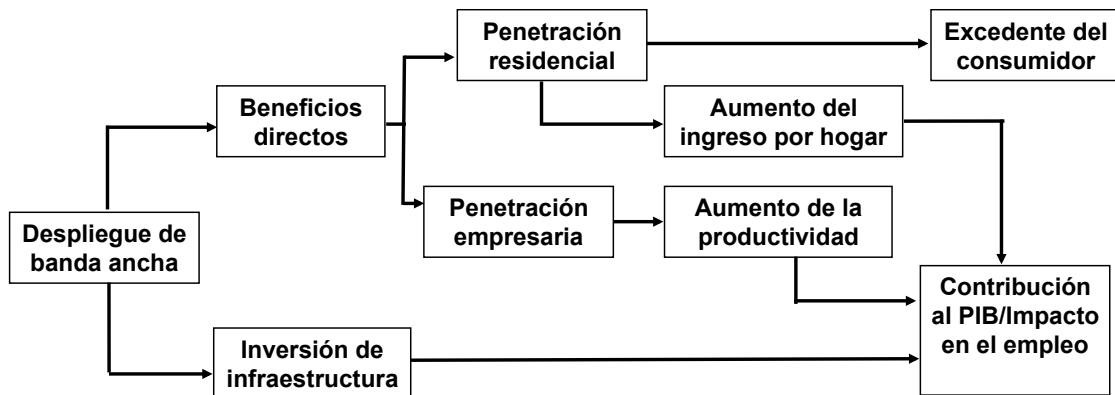
Ciertos países de la región ya han excedido o se encuentran en un umbral de alcance de una tasa de penetración del 50% de individuos (Brasil, Costa Rica, y Uruguay). Al mismo tiempo, dada las altas de crecimiento, ciertos países de la región alcanzarán una penetración del 50% en dos años (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú, y Venezuela) o tres años (Ecuador, Paraguay).

Las altas tasas de aumento de la penetración de banda ancha móvil son el resultado de múltiples tendencias. En primer lugar, la banda ancha móvil representa una tecnología particularmente adecuada para acceder a Internet en contextos de movilidad. Segundo, las tecnologías de tercera y cuarta (LTE) generación conllevan una mayor eficiencia en el uso del espectro radioeléctrico con lo cual los operadores están particularmente interesados en estimular el recambio de dispositivos 2G por aquellos que operan en normas 3G y 4G. Tercero, la banda ancha móvil es particularmente adecuada para satisfacer las necesidades de segmentos de la población para los cuales la banda ancha fija continua siendo no asequible. En este sentido, la tendencia casi universal para alcanzar altas tasas de penetración responde al posicionamiento de la banda ancha móvil tanto como complemento a la tecnología fija (en el segmento de empresas y en los estratos medio y alto de la población) o como sustituto a la banda ancha fija para sectores de menores recursos.

La importancia de la banda ancha móvil como tecnología adecuada para potenciar el incremento de acceso a Internet se traduce en un impacto económico. La contribución económica de la banda ancha como tecnología de uso general se manifiesta mediante múltiples efectos (véase la figura 5). El primero resulta de la construcción de redes de telecomunicaciones y se materializa de la misma manera que toda obra de infraestructura: el despliegue de banda ancha crea empleo y actúa sobre el conjunto de la economía a partir de efectos multiplicadores. El segundo impacto se refiere al derrame en el conjunto del sistema económico que afecta tanto a las empresas como a los consumidores residenciales. Por un lado, el uso de la banda ancha por el sector productivo resulta en un aumento de la productividad, lo que contribuye al crecimiento del PIB. Por otro lado, su adopción por las familias

aumenta el ingreso real de los hogares, que resulta en una disminución de la pobreza y contribuye al crecimiento económico.

Figura 5: Contribución económica de la banda ancha



Fuente: Elaboración propia.

Más allá de estos efectos, los usuarios residenciales que tienen banda ancha reciben un beneficio en términos de excedente del consumidor, definido como la diferencia entre su voluntad de pago por el servicio y el precio de mercado. Este efecto, aunque no incluido en el cálculo del PIB, es importante pues representa beneficios en materia de acceso a información, entretenimiento y servicios públicos.

El primer análisis del impacto económico de la banda ancha en América Latina fue realizado por Katz (2010) con base en una muestra cruzada de países⁴². Debido a la falta de series históricas, el análisis se basó en la metodología de mínimos cuadrados ordinarios sobre una muestra de datos agrupados para los años 2004 y 2009. Con la salvedad del número limitado de observaciones, los resultados mostraron que, cuando se controla estadísticamente por el nivel de educación y el nivel inicial de PIB per cápita, un aumento de 1% en la penetración de banda ancha contribuye 0,0158 por ciento al crecimiento del PIB. En 2011, la mayor disponibilidad de datos desagregados permitió la realización de estudios a nivel nacional. El primero fue hecho para Colombia con datos departamentales entre los años 2006 y 2010 (Katz y Callorda, 2011). En este estudio se analiza el impacto de la banda ancha fija en el crecimiento del PIB departamental, controlando por el nivel de desarrollo económico inicial, el crecimiento de la población y el nivel del capital humano (años de educación promedio). El modelo muestra que un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB: si las conexiones aumentaran 10%, el PIB aumentaría 0,037%. Este efecto es menor que el encontrado en el modelo para el conjunto de la región debido principalmente a que la tasa de penetración de banda ancha promedio en ciertos países emergentes es inferior al promedio de América Latina.

Además de su impacto en el crecimiento económico, la banda ancha contribuye a la generación de empleo, aunque, en este caso los efectos son más complejos. En primer lugar, el aumento de la penetración puede aumentar la productividad, lo que, en el corto plazo, puede llevar a una reducción neta de puestos de trabajo; este efecto ha sido verificado por el autor para sectores industriales intensivos en el uso de mano de obra. En segundo lugar, al incorporar nuevos sectores de la población al mercado de acceso electrónico, la banda ancha contribuye a la creación de nuevos negocios mediante un efecto innovación, que conlleva nuevos puestos de trabajo. Finalmente, puede impulsar la tercerización de ciertas funciones de las empresas, lo que resulta en la creación de puestos de trabajo a partir del establecimiento de empresas de *outsourcing*, aunque también puede determinar la pérdida de oportunidades si funciones de las empresas del país bajo consideración son transferidas a otras geografías. Para estimar el impacto de la banda ancha en Chile, se realizó un estudio con datos de panel controlados por efectos fijos que considera las características específicas de cada región

⁴² Ver UIT (2012). The impact of broadband on the economy, Geneva, disponible en https://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf

del país que impactan en el mercado de mano de obra (sectores industriales, niveles educativos). El modelo está basado en un panel con datos trimestrales, recopilando información para todas las regiones (excepto la Región Metropolitana por falta de datos trimestrales) desde 2001 hasta el cuarto trimestre de 2009. De acuerdo a los resultados del modelo, en Chile un aumento de 10% en penetración de banda ancha incrementa en 0,018 puntos la tasa de ocupación. El principal resultado es que el aumento de la penetración de banda ancha sería significativo para explicar la dinámica de la tasa de empleo en el período bajo consideración.

Un análisis similar fue realizado para Colombia. En este caso, se construyó un modelo a nivel departamental, relacionando el crecimiento en conexiones de banda ancha con el crecimiento en la tasa de empleo, controlando por el crecimiento de la población y el grado de desarrollo económico inicial. El modelo fue inicialmente aplicado a todo el país, desagregándose luego según departamentos de alta y de baja penetración. En estos modelos, el efecto es significativo a nivel nacional y para los departamentos de baja penetración; en los departamentos con alta penetración el coeficiente es significativo al 24% (ver tabla 10).

Tabla 10: Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del empleo

	Total	Baja Penetración	Alta Penetración
Crecimiento accesos B.A. (%)	0.0003004 **	0.0002951 **	0.0006572
	(0.0001359)	(0.0001547)	(0.0005495)
Crecimiento Población (%)	0.0159829	-0.2538734	0.5937073 *
	(0.5114836)	(0.7899623)	(0.3761862)
PBI 2003 (Millones de Pesos)	0.0053431	-0.1084577	0.0003309
	(0.0077051)	(0.1308956)	(0.0090124)
R ² ajustado	0.0110	0.0318	0.0338
Prob > F	0.0730	0.0321	0.4351
Número de Observaciones	132	64	68
<i>Nota: ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%</i>			

Fuente: Katz, R. y Callorda, F. *Medición del impacto del Plan Vive Digital en Colombia y la masificación de Internet*. Bogotá: Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación, 2011, p. 38

En un análisis con base en un modelo estructurado para el caso ecuatoriano, Katz y Callorda (2013) determinaron que la banda ancha fija contribuyó de manera significativa al crecimiento del PIB ecuatoriano entre los años 2008 y 2012. La contribución anual promedio al crecimiento del PIB se estimó en 0.052 por ciento por cada 1 por ciento de aumento en la penetración. Los resultados de la tabla 10 indican que el tratamiento aumentó, en promedio, el ingreso laboral de los individuos en 25,76 dólares americanos, lo que representa un 7.48 por ciento de incremento en relación con el ingreso promedio inicial de toda la muestra. Dado que la introducción de la banda ancha aconteció entre diciembre del 2009 y diciembre del 2011 (2 años), esto implica que el aumento anual en el nivel de ingresos fue de 3.67 por ciento. Este aumento captura no solo las ganancias generadas de modo directo por el uso de la banda ancha, sino que también toma en cuenta el impacto en el mercado laboral de la mano de obra necesaria para el despliegue de redes, nuevo personal en la empresa proveedora del servicio y el efecto derrame en la sociedad.

4 Principios de política pública y regulatoria que rigen la asignación y uso del espectro radioeléctrico

4.1 Demanda de espectro

El tráfico de datos en América Latina está creciendo de manera importante, en buena medida por el advenimiento de la banda ancha móvil. Esto está generando una necesidad cada vez más importante de espectro. En este momento existe la oportunidad única en la región de aprovechar el “dividendo digital” para ayudar a resolver esta situación, tal como ya se hizo en Estados Unidos y en varios países de la Unión Europea.

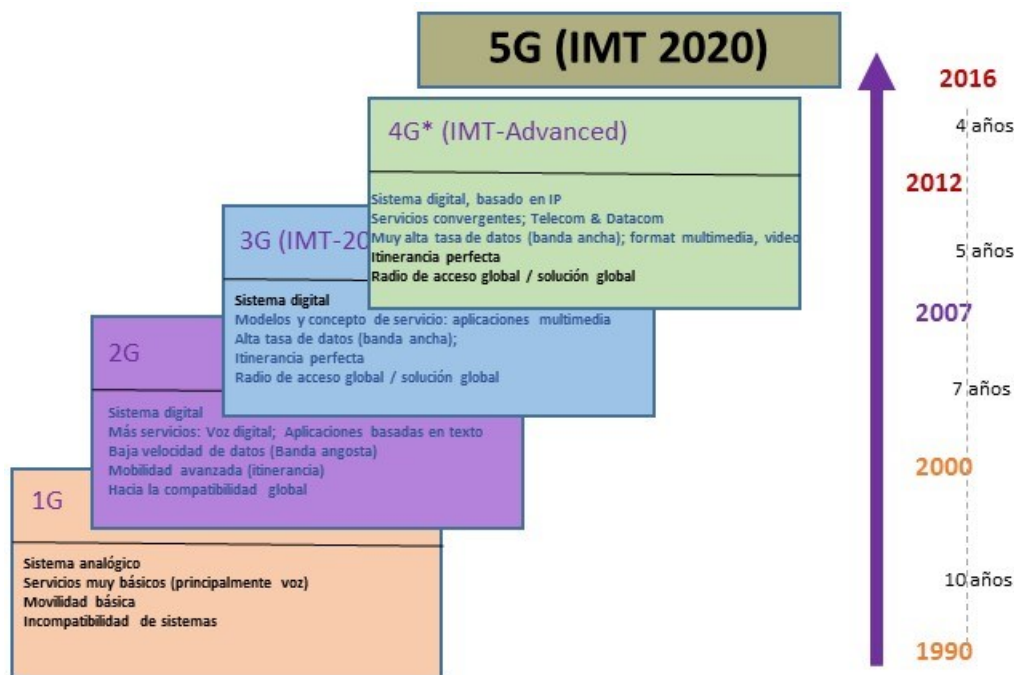
Las telecomunicaciones móviles han alcanzado niveles masivos de penetración en el continente latinoamericano. El promedio continental, de 123% al cuarto trimestre de 2014, representa un nivel de adopción relativamente similar al observado en países industrializados. Con base en la situación actual, la tendencia histórica, y una estimación conservadora de niveles de saturación esperados, se estima que la penetración de la telefonía móvil alcanzará un promedio regional superior a 140% en el 2020⁴³.

De manera simultánea con la adopción acelerada de telecomunicaciones móviles, los operadores de América Latina están migrando sus redes de tecnologías de segunda (2G) a tercera generación (3G). En el 2015, se observan también comienzos de migración hacia plataformas 4G, con base principalmente en el estándar LTE. La migración a tecnologías 3G es importante en la medida en que los terminales que operan en estas normas (por ejemplo, HSPA+) son más adecuados para proveer un acceso de banda ancha a internet que las tecnologías de banda ancha fija. Esta tecnología representa una respuesta adecuada a las necesidades de un mercado condicionado por los aun relativamente altos costos de adquisición de computadoras y los límites en el despliegue de banda ancha fija. La satisfacción de una necesidad de la población, combinada con una utilización más eficiente del espectro radioeléctrico, determina que la transición de la masa de abonados en la región a plataformas 3G se completará en el curso de la presente década. Las proyecciones de la tasa de sustitución de terminales realizadas por el autor para América Latina muestran que hacia el 2015, 46.2 % de los abonados de la región estarán utilizando terminales 3G y 4G. Ciertos países de la región, debido al aumento dramático de abonados con tecnología HSPA y el ulterior despliegue de LTE, registrarán una mayoría de la base instalada en terminales de tercera y cuarta generación. En efecto, se estima que hacia el 2020, 87% de la base instalada en Argentina, 73% en México y 76 % en Brasil serán terminales de 3G y 4G⁴⁴. La figura 6 ilustra la evolución de las diferentes generaciones de redes móviles.

⁴³ Fuente: GSMA Intelligence.

⁴⁴ Katz, R., Flores-Roux, E. *Beneficios Económicos del Dividendo Digital para América Latina*. Londres: GSMA, 2011.

Figura 6: Evolución de las generaciones de redes móviles



Fuente: ITU/BDT Workshop on Guidelines on the policy and economic aspects of the assignment and use of the radio-frequency spectrum⁴⁵ (Nicaragua, 4 Septiembre 2015) Presentación BR.

La migración hacia terminales 3G incluye una tendencia importante: la adopción de *smartphones*. La funcionalidad de estos terminales es más avanzada que la de los teléfonos básicos ya que provee interfaces y formatos de pantalla más adecuados para acceder a internet. Su conveniencia para el acceso a banda ancha determina que se refleja en que los usuarios de *smartphones* utilizan la línea móvil de manera más intensa. Si bien en la actualidad la base instalada de este tipo de terminales en Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú representa aproximadamente 20.9 millones (o 4.5% de la base instalada), se estima que incrementará a una tasa anual de crecimiento compuesto del 50%, llegando a 157 millones en 2016 (o 28% de la base instalada de ese año). Es importante mencionar que una porción de la base instalada de *smartphones* será substituida por *tablets*, aunque dada la penetración embrionaria de estas terminales en la región resulta difícil estimar con precisión este porcentaje.

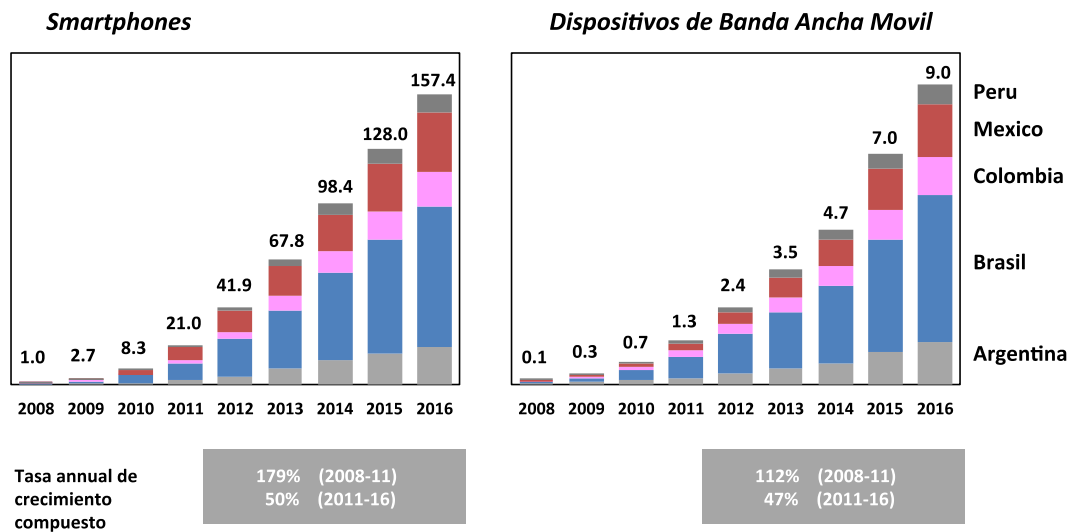
A la adopción de *smartphones* se suma el número de computadoras portátiles conectadas a internet mediante la banda ancha móvil, que suman aproximadamente 1.3 millones actualmente en los cinco países arriba mencionados (tan sólo 1.5% de la base instalada de unidades). Sin embargo, estos periféricos están creciendo a una tasa anual del 47%, lo que llevará la base instalada a un total de 9 millones en el año 2016⁴⁶. La combinación de las tendencias arriba mencionadas, sumadas al despliegue de conexiones "máquina a máquina" (la llamada "internet de las cosas"), está resultando en un crecimiento dramático en el tráfico de datos que debe ser transportado por las redes móviles. Mientras que el tráfico de datos en los cinco países mencionados alcanzaba los 362 terabytes por mes en el año 2008, éste ha llegado a 11,906 terabytes mensuales en el 2011, y se proyecta que alcanzará los 180,214 terabytes por mes en el 2016, lo que implica una tasa de crecimiento anual compuesta del 117%⁴⁷ (figura 7).

⁴⁵ <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx>

⁴⁶ Katz, R., Flores-Roux, E. op. cit.

⁴⁷ Es importante mencionar que la necesidad de ancho de banda puede variar entre países grandes y pequeños a diferentes niveles de desarrollo (Scheker, 2015).

Figura 7: Crecimiento de base instalada de terminales generadores de tráfico



Fuente: Telecom Advisory Services (2011).

Para responder a las necesidades crecientes de capacidad de red, la industria de las telecomunicaciones móviles necesita acceder a más espectro radioeléctrico. En este contexto, las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) han venido identificando una serie de bandas (ver tabla) para IMT (telecomunicaciones móviles internacionales) incluyendo la banda de 698 a 960 MHz (“700 MHz”), que incluye la porción 698-806 conocida como “dividendo digital” la Banda L (alrededor de 1,500 M Hz) y la parte baja de la Banda C (3.4-3.6 GHz). En la Tabla 11 se resumen las Bandas identificadas a la fecha para IMT (incluyendo las más recientes: durante la recién pasada WRC-15, en azul):

Tabla 11: Bandas IMT identificadas (WRC-15)

Banda (MHz)	Ancho de Banda (MHz)
450-470	20
470-608	38
614-698	84
698-960	262
1427-1452	25
1452-1492	40
1492-1518	26
1710-2025	315
2110-2200	90
2300-2400	100
2500-2690	190
3300-3400	100

Banda (MHz)	Ancho de Banda (MHz)
3400-3600	200
3600-3700	100
4800-4990	190
15 Bandas	1,780

Fuente: ITU World Radiocommunication Conference 2015 (2-27 November 2015 Geneva, Switzerland).

Hasta la CMR-12; se habían identificados 8 Bandas, con un total de 1,177 MHz, durante la CMR-15 se identificaron otras 7 Bandas, con un total de 603 MHz (51% adicional), para un total de 15 Bandas y 1,780 MHz.

Los beneficios de estas identificaciones no sólo se refieren a la posibilidad de acomodar de manera eficiente el tráfico de datos, sino que, dadas las características de mejor propagación de la señal en 1500 MHz, y en 700 MHz, permiten promover el despliegue de telefonía móvil en zonas rurales, con el consiguiente impacto social. Asimismo, la banda de 700 MHz permite mejorar la cobertura dentro de edificios en medios urbanos. Esta banda es conocida como el “dividendo digital”.

Hacia finales del 2013, la cantidad de espectro promedio por país asignado a las telecomunicaciones móviles en América Latina sumaba 270 MHz. Este monto dista mucho de los 1.340 a 1.960 MHz estimados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que serían necesarios en el 2020 en la región⁴⁸. En este sentido las frecuencias tradicionalmente atribuidas para telecomunicaciones móviles no son suficientes para acomodar el crecimiento futuro de la banda ancha móvil. Por ello, los países miembros de la Unión Internacional de Telecomunicaciones identificaron durante la CMR-15 un 51% adicional de espectro para IMT.

4.2 El dividendo digital

El dividendo digital se define como el beneficio generado por la digitalización de la TV, que permite la reatribución de parte del espectro en las bandas de 700 MHz (698-906) y de 470-698 MHz de la radiodifusión (u otras tecnologías) a los servicios móviles⁴⁹. En los últimos años, numerosos países de América Latina ya han subastado espectro en la banda de 700 MHz (por ejemplo, Argentina, Brasil, Chile, Panamá, y Bolivia)⁵⁰. En el caso de México, la banda será asignada a una empresa público-privada para que esta ofrezca servicios al mayoreo. Asimismo, numerosos países están involucrados en la tarea de “limpiar” el espectro en esta frecuencia (es decir reasignar operadores de diverso tipo que la están utilizando al momento) para después proceder a su subasta en la industria de telecomunicaciones móviles.

La banda de 470 MHz a 698 MHz también está afectada por una situación similar a la de la banda de 700 MHz en el sentido de que está siendo utilizada por otros servicios. En particular, las frecuencias entre 608 MHz y 614 MHz están atribuidos a servicios radiales de astronomía, mientras que las bandas entre 407 MHz y 698 MHz están atribuidas al servicio de radiodifusión.

⁴⁸ Ver estudios realizados bajo la agenda 1.1 y por el Working Party 5D. International Telecommunication Union. Report ITU-R M.2290-0 (12/2013). *Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT*. Reporte IUT-R M.2370 Por otra parte, Coleago estima que las necesidades de espectro para el 2020 para Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México oscilan entre 893 MHz (escenario de bajo uso para Chile) a 1676 MHz (escenario de alto uso para Brasil).

⁴⁹ ITU-R Report BT.2140-8 (February 2015): Transition from analogue to digital terrestrial broadcasting (<http://www.itu.int/pub/R-REP-BT.2140-8-2015>) y ITU-R Report SM.2353-0 (June 2015): The challenges and opportunities for spectrum management resulting from the transition to digital terrestrial television in the UHF bands (<http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2353-2015>)

⁵⁰ Ver Alden, J. (2011). *Exploring the value and economic valuation of spectrum: GSR Advanced Copy*. Geneva: International Telecommunications Union, pp. 24-26.

En el momento en que la digitalización de la señal televisiva permitió una mejor utilización del espectro radioeléctrico, el análisis de impacto económico, social y tecnológico cobró una importancia fundamental. Numerosos estudios han sido realizados en entornos geográficos diferentes, principalmente en los continentes europeo y asiático, con reportes particulares en países como Francia y Australia. Es importante mencionar, sin embargo, que pese a que las conclusiones de estos estudios tienden a ser esencialmente consistentes, puntualizando el valor económico del cambio de atribución y reasignación del Dividendo Digital a la telefonía móvil, los abordajes y metodologías difieren en aspectos esenciales. El propósito de este capítulo es presentar, de manera resumida, las diferentes metodologías y conclusiones de los principales estudios para crear un referente teórico que permita definir una metodología para el análisis del impacto económico de la utilización del espectro en la banda de 700 MHz, o en la banda inferior a 700 MHz (470-698 MHz). La primera es conocida como el Dividendo Digital mientras que la segunda es denominada Dividendo Digital 2 en América Latina.

En términos generales, los diferentes estudios realizados a la fecha pueden ser clasificados de acuerdo a cuatro categorías:

- **Estimación del valor económico privado de escenarios de cambio de atribución del espectro:** Esta metodología estima el valor agregado a ser generado por escenarios alternativos de asignación de uso del espectro – banda ancha móvil o radiodifusión. El abordaje no calcula el valor económico externo o público derivado de la contribución indirecta al crecimiento del PIB o a la creación de empleo.
- **Estimación del impacto socio-económico de escenarios de asignación del espectro:** A diferencia del enfoque anterior, este abordaje define dos escenarios alternativos de utilización de la banda de 700 MHz – asignación a la radiodifusión o a las telecomunicaciones móviles – midiendo el impacto económico comparado de ambos escenarios (por ejemplo, contribución directa e indirecta al producto interno bruto, creación directa e indirecta de empleo, contribución tributaria).
- **Valoración económica de asignación de espectro a las telecomunicaciones móviles:** Este enfoque analiza dos escenarios alternativos para satisfacer la demanda creciente de espectro por la telefonía móvil – utilización de las bandas previamente asignadas en 800 MHz y 1.900 MHz, o la asignación de la banda de 700 MHz – y mide la diferencia en inversión requerida por ambas alternativas para establecer en una medida única (valor a la sociedad en términos de riqueza creada) para cada uno de los escenarios y proceder a efectuar algunas comparaciones relevantes. Suponiendo mayor complejidad, ciertos estudios definen múltiples escenarios de demanda de servicios audiovisuales y de telecomunicaciones y evalúan el valor económico de diferentes alternativas de asignación de espectro.
- **Simulación del valor social de asignación de espectro a las telecomunicaciones móviles:** Este análisis pone el énfasis en la estimación del beneficio a consumidores en términos de valor social.

Las siguientes secciones presentan algunos de los estudios y conclusiones realizados en cada una de estas cuatro categorías.

4.2.1 Estimación del valor económico privado de escenarios de cambio de atribución del espectro

El objetivo fundamental de los estudios que siguen esta metodología ha sido determinar políticas públicas óptimas de asignación de una porción del espectro en la banda de 700 MHz a telecomunicaciones móviles. Llevados adelante en momentos donde existía cierta incertidumbre con respecto a la velocidad con la que el tráfico de datos móvil crecería, estos estudios enfatizan la formulación de escenarios de crecimiento del sector. Por otra parte, dado el estado incipiente de la investigación sobre el impacto económico y externalidades de la banda ancha en el momento en que estos estudios fueron realizados, los mismos tienden a estipular el impacto potencial sin cuantificarlo.

Estudio comisionado por ARCEP (regulador de telecomunicaciones de Francia)

En el año 2008, las firmas Analysis Mason y Hogan & Hartson realizaron un estudio evaluando para el caso de Francia dos escenarios de asignación del espectro liberado como consecuencia del "Dividendo Digital". El primer escenario atribuye todo el espectro a la transmisión de señal televisiva, mientras que el segundo escenario establece una compartición de espectro, donde la industria móvil recibe la sub-banda de 790 MHz a 862 MHz y el resto es asignado a la televisión. El análisis comparado de ambos escenarios es realizado con base en tres dimensiones:

- Análisis microeconómico: El escenario de compartición de espectro genera valor agregado superior al escenario de asignación exclusiva de espectro a la televisión, medido en €25.000 millones entre 2012 y 2024;
- Análisis macroeconómico: El escenario de compartición de espectro contribuye al crecimiento de PIB francés en €7.100 millones, comparado con €2.300 millones del escenario de asignación exclusiva a la televisión. Este análisis no incluye el impacto en la productividad ocasionado como consecuencia de la introducción de servicios de banda ancha móvil en el escenario de compartición;
- Análisis de externalidades: Este módulo no es evaluado cuantitativamente, pese a que concluye que las externalidades acumuladas son superiores en el caso de la compartición de espectro.

Estudio comisionado por la Comisión Europea

En el año 2009, las firmas Analysis Mason, DotEcon y Hogan & Hartson llevaron adelante un estudio requerido por la Comisión Europea para evaluar los beneficios relativos en la reasignación de espectro liberado por el Dividendo Digital en los países de la Unión Europea. El abordaje de este estudio consistió en la estimación del "valor privado" (beneficio directo recibido por individuos por el consumo de un servicio específico menos el costo de entrega, o en otras palabras, la diferencia entre los excedentes del consumidor y productor) generado de acuerdo a varios escenarios de demanda y oferta de espectro.

Los escenarios de oferta de espectro considerados son esencialmente dos: un escenario de compartición temporaria de sub-bandas y otro de asignación única a la banda ancha móvil. Los escenarios de demanda incluyen seis alternativas combinando demanda elevada o baja de servicios audiovisuales y de banda ancha móvil. El análisis es realizado comparando los valores generados por la asignación de las alternativas de asignación de espectro a los diferentes escenarios de crecimiento de la demanda, e identificando cuál es el escenario de oferta óptimo en términos de creación de valor para satisfacer la demanda. Así, considerando un escenario de alta demanda de banda ancha móvil y bajo crecimiento de la demanda de servicios de televisión digital terrestre, la alternativa óptima de creación de valor es el de compartición temporaria de sub-bandas de espectro, generando esta €61.000 millones en beneficio económico. El estudio concluye que existe un argumento sólido para atribuir y asignar al menos una sub-banda entre 790 MHz y 862 MHz a la banda ancha móvil para satisfacer la demanda de este tipo de servicios.

Dado que el estudio se enfoca solamente en el valor "privado", excluyendo así todo valor público, como efectos de derrame en otros sectores de la economía, los autores deben utilizar un multiplicador calculado en un estudio de Ofcom, el regulador inglés, quien estima que el valor público externo es entre 5% y 15% del valor privado. Con base en este factor, los autores concluyen que el valor total del Dividendo Digital para la Unión Europea es entre €150.000 y €700.000 millones (VPN descontado a 15 años).

Estudio comisionado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones⁵¹

Este estudio compila la situación al 2011 de diferentes países del mundo en lo referente a la reatribución de espectro por el dividendo digital. El estudio pasa revista a la experiencia de países

⁵¹ Alden, J. (2011). *Exploring the value and economic valuation of spectrum: GSR Advanced Copy*. Geneva: International Telecommunication Union (UIT/BDT).

en cada región del mundo, detallando los casos de países latinoamericanos en lo que respecta a los procedimientos seguidos para la reatribución de espectro y la subasta en la banda de 700 MHz.

Estimación del impacto socio-económico de escenarios alternativos de atribución del espectro

Estos estudios se enfocan principalmente en el área dejada parcialmente de lado por los estudios descritos arriba: el impacto de externalidades. Las métricas calculadas con base en *benchmarks* o modelos cuantitativos se enfocan en el impacto económico externo a ser obtenido como resultado de escenarios alternativos de atribución y asignación de espectro: contribución al crecimiento del PIB, aumento de la productividad y creación de empleo son algunos de los indicadores calculados en estos estudios.

Estudio comisionado por Deutsche Telekom para la Unión Europea

En uno de los primeros estudios realizados para evaluar el Dividendo Digital, Deutsche Telekom comisionó a la firma SCF Associates un estudio enfocado en la Unión Europea. El estudio define dos escenarios de asignación de la banda de 800 MHz, donde la mayor parte de la banda es atribuida a la televisión o a la telefonía móvil. Ambos escenarios presuponen que 15% de la banda es atribuida a otros usos, como aplicaciones militares.

El estudio se basa en métricas generadas por investigación previa en áreas tales como impacto de la banda ancha en el PIB, generación de empleo directo e indirecto y excedente del consumidor. Asimismo, modela el impacto de los escenarios en áreas como ingresos y gastos en compra de infraestructura. Los autores concluyen que los efectos económicos directos en la Unión Europea (servicios, ingresos, etc.) para los operadores de telefonía móvil son estimados en €208.000 millones, comparados con €43.000 millones para la televisión. Los gastos en el ecosistema de proveedores suman €87.000 millones en la telefonía móvil y €30.000 millones para la televisión. El excedente de consumidor y productor es estimado en €165.000 millones en la industria móvil y €95.000 millones en la televisión. Finalmente, el sector móvil generaría 2.3 millones de puestos de trabajo, mientras que la televisión generaría 1.8 millones empleos.

Estudio comisionado por Telenor, LM Ericsson y la GSMA para Asia

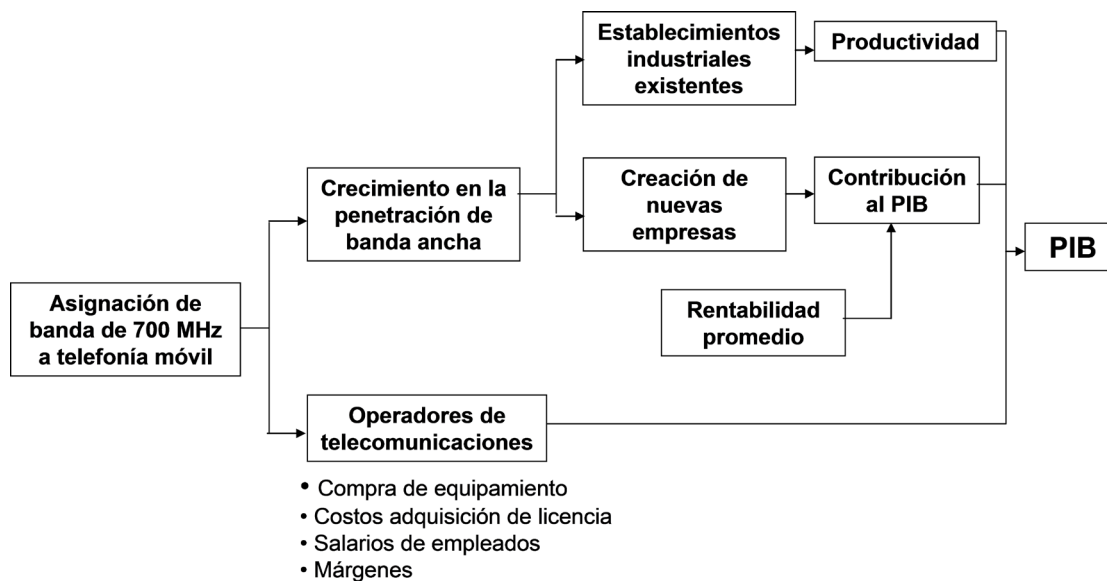
En el año 2010, la firma Boston Consulting Group encaró para la región asiática el análisis del impacto socio-económico de la reasignación del espectro de 700 MHz a las telecomunicaciones móviles en comparación con su actual asignación a la radiodifusión. Focalizando el análisis en cuatro países – Corea del Sur, Malasia, India e Indonesia – y extendiendo las conclusiones al resto del continente, el estudio se enfoca en estimar el aumento en la adopción de banda ancha como resultado de la reatribución de la banda de 700 MHz y la consiguiente contribución al crecimiento del PIB, aumento de la productividad, creación de fuentes de trabajo y otros indicadores macroeconómicos.

La premisa de partida de este estudio es la siguiente: la asignación de la banda de 698 a 806 MHz a la telefonía móvil para la provisión de banda ancha reduce los costos de inversión y operación de los proveedores de servicio, quienes trasladan el excedente del productor a los precios. Esta disminución de precios produce un aumento en la penetración de banda ancha, impactando las variables macroeconómicas (productividad, PIB, empleo, recaudación tributaria) y contribuyendo a la creación de beneficios sociales, como mejor acceso a educación y servicios de salud.

Suponiendo una disminución de precios de banda ancha móvil de entre 6% y 10% como consecuencia del traspaso de parte del excedente del productor, el estudio estima que la penetración de banda ancha móvil crecerá más allá de las tasas proyectadas en 14% en Corea, 23% en Malasia, 22% en Indonesia y 21% en India, lo que se traduce en una contribución económica significativa. Por ejemplo, utilizando una metodología que desagrega a nivel macroeconómico el impacto de la banda ancha en la productividad de seis sectores económicos, el estudio estima el impacto de la tecnología en la productividad total de los factores y la consiguiente contribución al PIB. En otra área de impacto, utilizando coeficientes de correlación entre la penetración de banda ancha y la creación de nuevas

empresas, el estudio calcula la contribución de la penetración incremental de la banda ancha móvil a la creación de nuevas empresas, principalmente en el ecosistema de TIC (ver figura 8).

Figura 8: Estructura del modelo de impacto económico y social del Dividendo Digital en Asia



Fuente: adaptado del estudio de Boston Consulting Group BCG.

Comparando la contribución al PIB de un escenario de reasignación del Dividendo Digital a la telefonía móvil con su permanencia en la radiodifusión, el estudio concluye que la contribución al PIB agregado de Asia del primero suma US \$729.000 millones mientras que el segundo genera US \$71.000 millones. Finalmente, pese a no ser estimados cuantitativamente, el estudio menciona los impactos sociales en salud, educación y cohesión social.

4.2.2 Valoración económica de atribución de espectro a las telecomunicaciones móviles

Estos estudios, aunque abordan temas como beneficios a los consumidores (medidos en excedente del consumidor), el énfasis es puesto en el análisis de costo-beneficio para la industria móvil en comparación con la televisión como resultado de la atribución del Dividendo Digital. El costo-beneficio requiere la construcción de modelos detallados de demanda de banda ancha móvil y crecimiento de tráfico sobre los que estructuran redes configuradas de manera alternativa dependiendo del acceso o no a la banda de 700 MHz

Estudio comisionado por Ericsson, Nokia, Orange, Telefónica y Vodafone para la Unión Europea

Este estudio, realizado en la primera mitad del 2008 por la firma *Spectrum Value Partners*, analiza el impacto económico en la Unión Europea en caso de que una porción de la banda de UHF fuese asignada a la telefonía móvil. Como el estudio se enfoca en el análisis de costo-beneficio de la asignación de espectro, su punto de partida es la elaboración de escenarios de demanda de tráfico, sobre todo en la transmisión de datos. Basándose en presupuestos de penetración de terminales y utilización, el modelo genera una estimación de capacidad a ser acomodada por la red móvil. Dada la incertidumbre existente en ese momento respecto a la tasa de crecimiento de la demanda de tráfico de datos, el estudio elabora tres escenarios. Sobre la base de estos tres escenarios de crecimiento del tráfico, el estudio estima el impacto económico de dos alternativas tendientes a satisfacer la demanda requerida: con o sin acceso al Dividendo Digital. El análisis de costo-beneficio de ambos escenarios está estructurado alrededor de cuatro dimensiones:

- Excedente del productor, definido como los beneficios recibidos por la reducción de precios en la producción y pasados al consumidor en términos de reducción de precios;

- Excedente del consumidor, definido como la diferencia entre la voluntad de pago y los precios practicados;
- Beneficios indirectos como, por ejemplo, impacto de crecimiento en el ecosistema de TIC;
- Externalidades, concebidas éstas como crecimiento de empleo, impacto en la productividad, y beneficios sociales; en este caso, el estudio se apoya en las métricas calculadas por Ofcom (15% del valor del productor y consumidor) y por otro estudio (SCF Associates) que calcula beneficios económicos directos e indirectos.

El valor del costo-beneficio resulta de la suma de estos efectos en un escenario de utilización de la banda de 800 MHz comparado con la no asignación a la telefonía móvil. El estudio construye numerosas sensibilidades en función de diferentes porciones de espectro a ser asignado. Por ejemplo, en caso de que la telefonía móvil reciba 80 MHz, esto resultaría en un valor para toda Europa de €111.500 millones en términos de valor presente neto.

Estudio comisionado por la Asociación Australiana de Operadores Móviles

En el año 2009, comisionadas por la asociación de operadores móviles de Australia, las firmas *Spectrum Value Partners* y *Venture Consulting* completaron un estudio de evaluación del Dividendo Digital para Australia. La metodología empleada es ampliamente consistente con aquella utilizada por *Value Partners* para su estudio realizado para la Unión Europea.

El estudio concluye que la asignación de una porción de espectro en la banda de UHF (ésta varía por geografía pero en las zonas urbanas llega a 120 MHz) genera un beneficio en el orden de US \$7.000 a \$10.000 millones, dependiendo del escenario de crecimiento de la demanda. Dadas las condiciones particulares de la geografía australiana, el estudio se enfoca en el beneficio en zonas rurales, donde la banda ancha será esencialmente inalámbrica, con lo que el beneficio económico máximo se obtiene como consecuencia de asignar a la telefonía móvil 140 MHz.

4.2.3 Simulación del valor social de atribución de espectro a las telecomunicaciones móviles

Un ejercicio de simulación realizado por Avanzini y Muñoz (2010) refleja el alto valor social que tendría una asignación de 108 MHz para la banda ancha móvil en América Latina. Para calcular este valor los autores reestimaron el modelo de Hazlett y Muñoz (2009a) y consideraron que el Dividendo Digital se asignará a la provisión de servicios móviles digitales avanzados (AWDS, por sus siglas en inglés). Se supuso que el Dividendo Digital generado en cada país latinoamericano es de 108 MHz, localizados en el segmento de la banda de UHF alto, y que su reasignación, al menos parcialmente, no requiere el apagón analógico.

Este estudio supone que el espectro se liberará antes de producirse el apagón analógico, puesto que las bandas que quedan en poder de los operadores de televisión abierta son suficientes para transmitir simultáneamente señales analógicas y digitales. De acuerdo a este supuesto, el valor social bruto es también una referencia para el valor social neto, sin necesidad de ajustar por el costo de los decodificadores necesarios para la reasignación de la televisión. Debido a restricciones de la base de datos, sólo se estimó el valor social para nueve países de la región obteniéndose un valor social promedio para el recurso de US \$408.3 per cápita si se asignan los 108 MHz de la banda de UHF, siendo Brasil el país que menor bienestar obtendría (US \$129,8 per cápita) y Venezuela el que potencialmente podría generar el mayor bienestar en la región (US \$1.257,1 per cápita) (ver tabla 12).

Tabla 12: Cálculo del valor social de reasignación de la banda de 700 MHz a la telefonía móvil

País	Población (MM)	Var. Excedente del Consumidor (MM US \$)	Var. Bienestar (MM US \$)	Var. Bienestar per Cápita (US \$/cápita)	Valor MHz US \$/ MHz-pop
Argentina	40,13	11.943	24.744	616,6	5,7
Brasil	191,48	11.936	24.862	129,8	1,2
Chile	16,98	3.577	6.883	405,4	3,8
Colombia	49,04	3.320	6.912	140,9	1,3
Ecuador	14,12	2.404	5.015	355,2	3,3
México	107,75	14.338	28.820	276,8	2,6
Perú	29,10	2.799	5.826	200,2	1,9
Uruguay	3,35	473	982	293,1	2,7
Venezuela	28,61	17.343	35.966	1.257,1	11,6

Fuente: Avanzini y Muñoz (2010).

Los autores concluyen que este alto valor en Latinoamérica puede deberse a que los operadores móviles se encuentran muy restringidos en el recurso espectro.

4.2.4 Conclusión del análisis de los estudios producidos hasta la fecha

En primer lugar corresponde remarcar la consistencia entre los diferentes estudios respecto al rango de beneficio económico a ser generado si una fracción del espectro de UHF fuese asignado a la industria móvil (ver tabla 13).

Tabla 13: Evaluación comparada de valor en la asignación de espectro

	Indicador	Televisión (millones)	Telefonía-Banda ancha móvil (millones)	Ratio
Unión Europea (Value Partners)	VPN a 20 años	€ 750.000- € 850.000	€813.00-€1.015.000	1,14
Asia (BCG)	Contribución al PIB	US \$ 54.000	US \$ 502.000	9,3
	Recaudación tributaria	US \$ 20.000	US \$ 76.000	3,8
	Nuevos empleos	100.000 empleos	2.200.000 empleos	22
Unión Europea (SCF)	Ingresos generados	€ 43.000 millones	€ 208.000	4,8
	Gastos en ecosistema	€ 30.000 millones	€ 87.000	2,9
	Contribución al PIB	0,0%	0,6%	
	Empleos directos	400.000	500.000	1,25
	Empleos indirectos	1.8 millones	2.3 millones	1,3

Fuente: compilación del autor.

El análisis de los estudios producidos hasta la fecha permite observar cierto nivel de consistencia metodológica combinada con una diversidad de enfoques y niveles de énfasis. En términos generales, se observa que aquellos estudios realizados en el año 2008 tienden a desarrollar modelos de proyección de la demanda de tráfico de datos (por ejemplo, el estudio realizado por *Spectrum Value Partners* para estudiar la situación europea). La necesidad de desarrollar modelos de tráfico se torna menos importante en este momento cuando comienzan a verse señales en el mercado de la tendencia explosiva de aumento de tráfico.

Más allá de esta similitud, los niveles de énfasis en el enfoque en los diferentes estudios varían sustancialmente (ver tabla 14).

Tabla 14: Niveles de análisis del Dividendo Digital

	Francia (ARCEP)	Europa (CE)	Europa (Operadores y fabricantes)	Asia (Ericsson, Telenor, GSMA)	Australia (AMTA)	Europa (Deutsche Telekom)
Autores	Analysis Mason, Hogan & Hartson	Analysis Mason, Hogan & Hartson	Spectrum Value Partners	Boston Consulting Group	Venture Consulting, Spectrum Value Partners	SCF Associates
Modelo de tráfico		Sí (escenarios cualitativos)	Sí (modelo de tráfico)	No	Sí (modelo de tráfico)	No
Costo-beneficio para la industria móvil (con o sin UHF)		No	Sí (construyendo un modelo de red)	No	Sí (construyendo un modelo de red)	No
Excedente del productor		Sí	Sí	No (supone <i>benchmarks</i> de reducción de costos)	Sí	
Excedente del consumidor			Sí (calculado sobre la reducción de precios en banda ancha móvil)	No (usa disminución de precios para estimar penetración incremental)	Sí (supone <i>benchmarks</i> internacionales para voluntad de pago)	Sí (usa <i>benchmarks</i>)
Externalidades (empleo, crecimiento del PIB, etc.)		Sí (usa <i>benchmarks</i>)	Sí (usa <i>benchmarks</i>)	Sí (desarrolla modelos desagregados)	Sí (usa <i>benchmarks</i>)	Sí (usa <i>benchmarks</i>)

Fuente: compilación del autor.

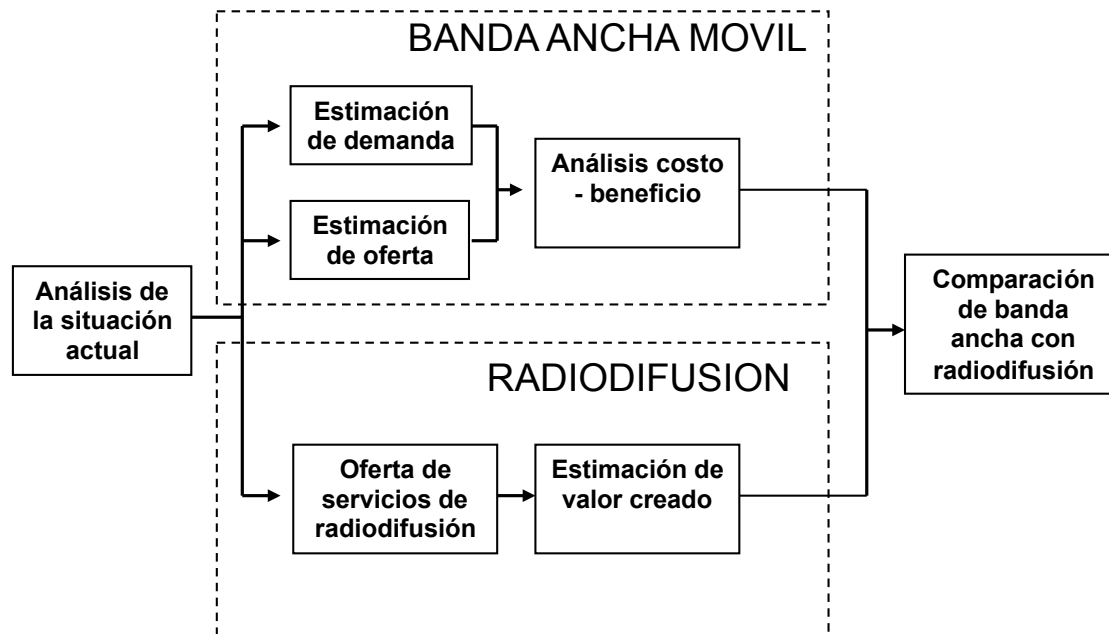
El 18 de noviembre del 2015, Francia subastó el Dividendo Digital, obteniendo ingresos por 2,796 millones de Euros (2,991.72 USD millones aproximadamente). El ancho de banda subastado fue de $2 \times 30 = 60$ MHz, siendo el ingreso por MHz igual 49,862 USD y el ingreso por MHz y Población de 0.752 USD. Se realizó una ronda adicional para definir el orden de elegibilidad de los canales específicos, lo que generó el aumento de estos valores.

4.3 Metodología para valoración del dividendo digital

El presente estudio se diferencia de los anteriores en dos aspectos. En primer lugar, aplica de manera más integral la mayor parte de las metodologías que los estudios mencionados arriba aplican parcialmente. Esta sección presenta una metodología integrada de valoración de dividendo digital que puede ser aplicada tanto en la banda de 700 MHz como en la de 470-698 MHz.

En la medida de que la cuantificación del valor económico de espectro en estas bandas debe ser realizado de manera comparada respecto a escenarios de atribución alternativa, el análisis debe generar resultados que presenten resultados tanto en las telecomunicaciones móviles como en el caso de la atribución originaria (por ejemplo, en el caso de la banda de 700 MHz, esta sería la radiodifusión – ver figura 9).

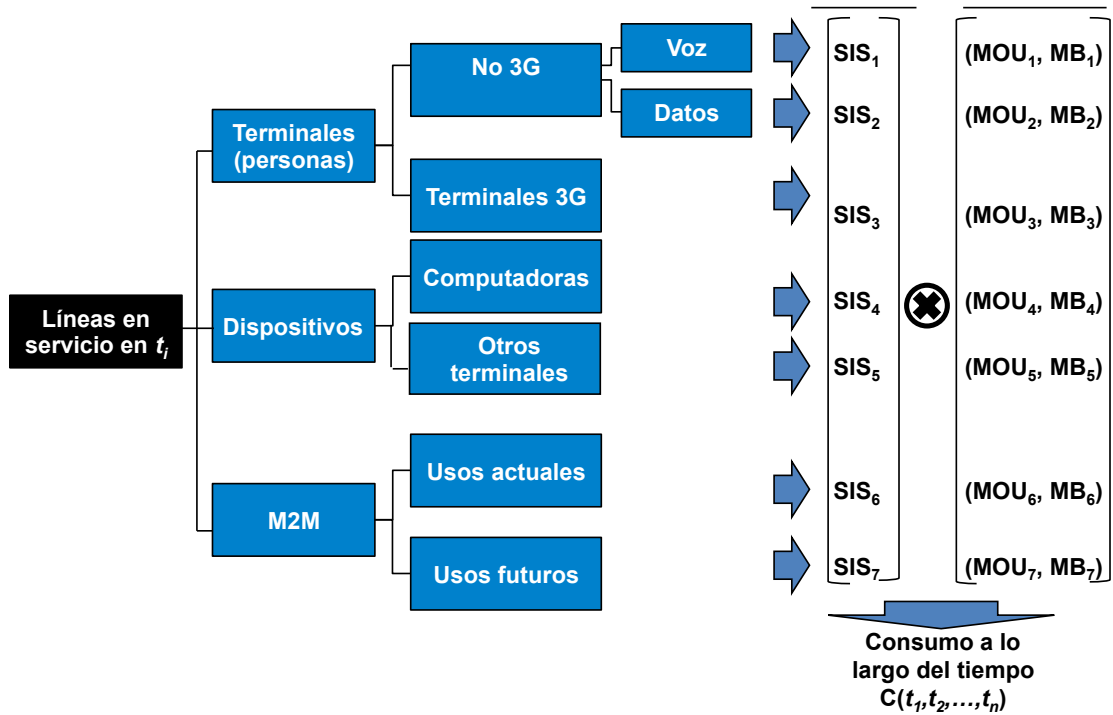
Figura 9: Marco teórico de base de la metodología de valoración



Fuente: Autor.

La estimación del valor económico de las telecomunicaciones móviles, comienza por proyectar el crecimiento del tráfico de datos. Para ello, se construye un modelo de demanda basado en el número de usuarios, uso promedio por aplicación, y volumen requerido por aplicación (ver figura 10).

Figura 10: Estructura del modelo de demanda



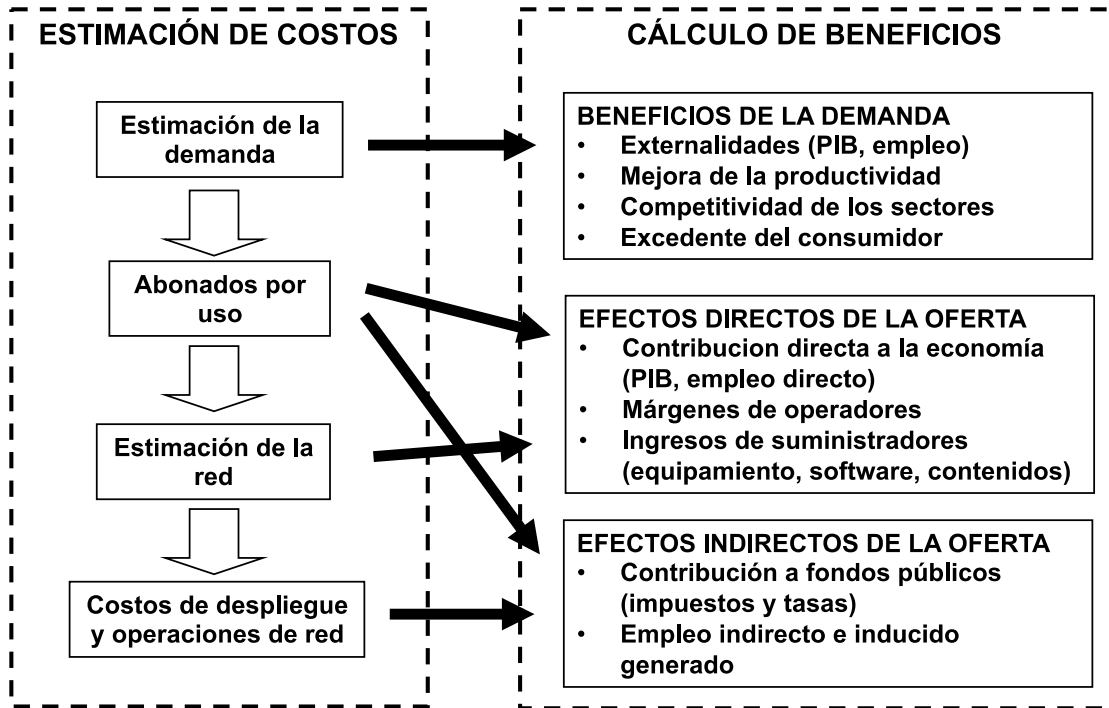
Fuente: Telecom Advisory Services.

Este modelo de demanda está basado en tres escenarios (Agresivo: sustitución fija móvil; Básico: complementariedad de banda ancha fija; y Conservador: estancamiento de utilización, inexistencia de elasticidades cruzadas, congestión de infraestructura).

En paralelo con la proyección de demanda de banda ancha móvil, se construyen dos escenarios respecto a la oferta de espectro (con y sin la posibilidad de utilizar espectro en la banda de 700 MHz). Para ello, es necesario hacer algunos supuestos sobre las asignaciones de espectro en el corto plazo (en las bandas de 1.7, 1.9, 2.1 y 2.6 GHz, 800 y 900 MHz e inclusive 1.8 MHz). Por ejemplo, se debe considerar la necesidad de roaming requerido por la operación en paralelo de las redes GSM. El entregable en este caso es la estimación de los costos de hacer el nuevo despliegue en la banda de UHF.

Habiendo completado el análisis de demanda y oferta, se realizara la evaluación de costo-beneficio, evaluando los impactos esperados y el costo de alcanzarlos. Los beneficios son generalmente de tres tipos: directos, indirectos y externalidades (ver figura 11).

Figura 11: Cálculo de beneficios

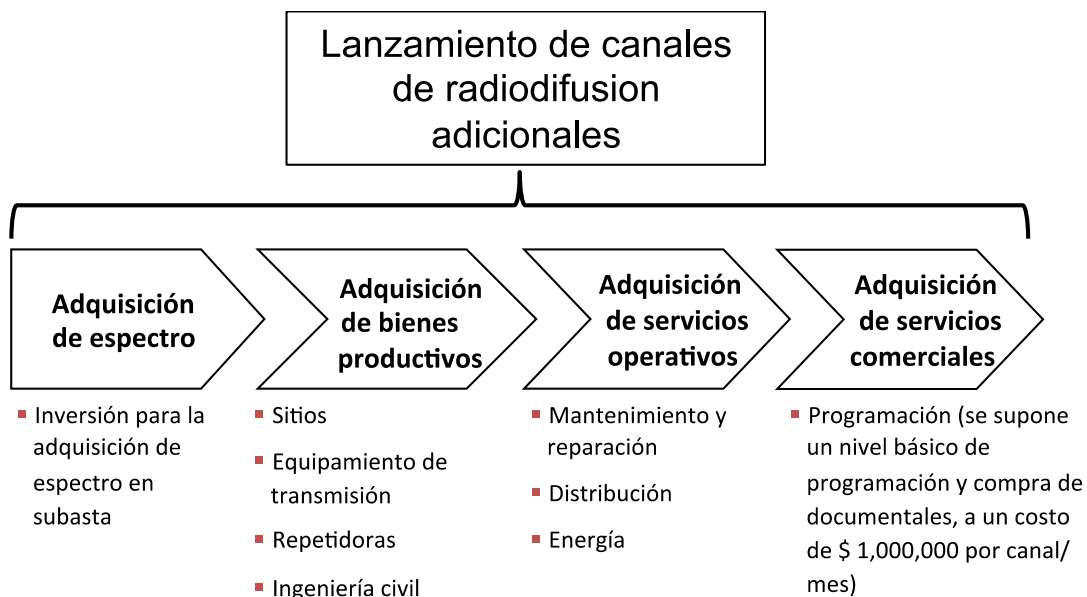


Fuente: Telecom Advisory Services.

El beneficio directo en la creación de empleo directo de corto plazo es prácticamente nulo, ya que se supone que la demanda será satisfecha independiente de la banda de uso. Las externalidades se observan tanto en generación de empleo en la economía como en productividad. Para una comparación consistente, el análisis de costo-beneficio debe ser hecho en valor presente neto a una tasa de descuento razonable para la región.

Habiendo concluido el análisis de costo beneficio de la banda ancha móvil, se estima la oferta futura de servicios de radiodifusión (ver figura 12).

Figura 12: Contribución económica de la oferta futura de servicios de radiodifusión



Fuente: Telecom Advisory Services.

Para estimar la oferta, es necesario entender cuál es la política de migración, de oferta esperada de canales de alta definición (HD) y definición de estándar (SD), de apagón digital (fecha), de televisión abierta vs. televisión de paga y de multiplexación. El principal supuesto para efectos de comparación es que prácticamente todo el espectro de UHF será utilizado para alguna combinación de servicios digitales de radiodifusión terrestre (DTT), aunque esta puede variar de país en país dependiendo de las variables arriba mencionadas. Es importante mencionar que existe un escenario base (la política anunciada), sobre el cual deben estimarse los diferenciales de nuevos despliegues y transmisión, así como la creación de nuevos canales (costos de producción y programación).

Basándose en la estimación de la oferta de servicios de radiodifusión, se cuantifica el valor económico comparado tanto para las telecomunicaciones móviles como para los servicios de radiodifusión. Es importante mencionar que una oferta mucho más diversa de canales de radiodifusión, sean de paga o libres, tienen externalidades importantes difíciles de estimar (por ejemplo, diversidad, alcance, acceso, equidad, inclusión, democracia). Asimismo, es importante mencionar la “canibalización” que existe entre la fuente principal de ingresos (publicidad) y la competencia de otras redes alternativas (cable, satélite). Para estimar el aumento en valor creado principalmente se utilizan dos medidas:

- Cuánto más están dispuestos a pagar los consumidores por una mayor oferta de televisión satelital al hogar (en términos de suscripción y equipos)
- Cuánto a más se capturará por parte de las televisoras de los recursos de publicidad (a pesar de la tendencia actual de migración a otros medios tales como internet)

Habiendo concluido la cuantificación de valor de las telecomunicaciones móviles y los servicios de radiodifusión, se realiza la comparación entre ambos. El costo-beneficio de la utilización del espectro de la banda de 700 MHz para servicios de banda ancha o para servicios de radiodifusión – permitirán entonces evaluar el rango de asignación de espectro a cada uno de ellos para la maximización del valor creado para la sociedad. En el caso del dividendo digital 2, la metodología es similar excepto que la evaluación de valor económico para escenarios alternativos debe estar basado en los servicios mencionados en el cuadro 7 (página 37).

5 Líneas directrices de asignación y uso del espectro radioeléctrico

Los análisis de las diferentes tendencias en el terreno de política e impacto económico en la asignación y uso del espectro radioeléctrico contenidas en este estudio permiten generar una serie de directrices que podrían ser seguidas por las ANR en la región. Las mismas están detalladas a continuación y, donde aplica, están relacionadas con recomendaciones elaboradas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

5.1 Importancia de definir los objetivos nacionales de desarrollo económico y social que deban ser maximizados en la asignación y uso del espectro

Todo ejercicio de planificación de uso futuro y valoración económica del espectro radioeléctrico debe comenzar por la articulación de las metas nacionales de desarrollo económico y social que se pretende maximizar mediante la asignación de espectro. El espectro es un recurso público y por lo tanto su uso es fundamental en el desarrollo rápido y efectivo de la banda ancha móvil, la consecuente reducción de la brecha digital mediante la extensión de cobertura de servicios móviles en zonas rurales y aisladas, la promoción de servicios públicos, y, en última instancia, la generación de ingresos para el gobierno mediante la subasta pública y generación de impuestos. Por ejemplo, en el caso de Honduras, la política de atribución de frecuencias está guiada por la prioridad de fomentar la universalización de banda ancha móvil, la promoción de la competencia, y en segundo lugar la generación de ingresos para el estado (Santos, 2015).

La definición de objetivos a maximizar requiere realizar un ejercicio que permita articular y priorizar cuales son los objetivos nacionales a maximizar. La experiencia internacional en la distribución de espectro demuestra que algunos de los objetivos mencionados arriba pueden llegar a ser contradictorios. Por ejemplo, la maximización de ingresos para el tesoro nacional puede ir en contra de la promoción de la cobertura de servicio, con lo que la universalización de la banda ancha móvil puede ser impactada de manera negativa. Es por ello que como primer paso en la definición de los principios de asignación y uso del espectro, se recomienda que los responsables establezcan y prioricen los objetivos de desarrollo económico y social que guíen esta tarea.

5.2 Necesidad de implementar la planificación de largo plazo en la asignación y uso de espectro basada en el análisis de impacto económico

Tal como se ha planteado en el curso de este estudio, la demanda de espectro, en tanto insumo fundamental para la industria de telecomunicaciones móviles, está evolucionando de manera muy dinámica, requiriendo decisiones regulatorias frecuentes que, en caso de no ser tomadas, pueden generar efectos nocivos en la calidad del servicio, con las consecuencias económicas negativas en el desarrollo de una tecnología de utilización general y en el bienestar de los consumidores. En este sentido, es fundamental que las ANR desarrollen, en primer lugar, una estrategia de largo plazo⁵². Esta estrategia debe definir:

- Análisis de tecnologías inalámbricas más adecuadas para satisfacer dichos objetivos: evaluar las normas tecnológicas para determinar los planes de atribución y canalización más adecuados, considerando las recomendaciones de armonización de organismos internacionales, tales como las Recomendaciones de la UIT;
- Impacto de dichas tecnologías en la planificación del espectro: evaluar el impacto que la atribución de espectro puede tener en el desarrollo de nuevas tecnologías y servicios;

Implicancias de dichas tecnologías en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias y en las revisiones de reglamentos y normas: una vez concluido el análisis preliminar en este dominio, comparar los resultados con los planes desarrollados por otros países

Esta estrategia, a ser desarrollada por la unidad administrativa de gestión del espectro⁵³, debe incluir como parte de sus insumos, las perspectivas de otros entes y organizaciones públicas (por ejemplo, Ministerios de Educación, Salud, Seguridad, etc.), así también como los puntos de vista de operadores móviles públicos y privados. Considerando el margen de incertidumbre relativo a largo plazo respecto a la evolución de oferta y demanda de espectro, se recomienda utilizar técnicas analíticas como la construcción de escenarios y su evaluación probabilística⁵⁴ en la estrategia a aplicar a nivel nacional.

5.3 Utilizar la planificación de largo plazo como marco de análisis que permita decisiones tácticas para adaptarse a cambios en el entorno

Considerando el dinamismo extremo de la oferta tecnológica y demanda de tráfico inalámbrico, se recomienda que la estrategia a aplicar sea suficientemente flexible para permitir ajustes periódicos (anuales o bi-anuales). Los mismos deben ser guiados por decisiones tácticas a ser consideradas de manera integrada, lo que significa:

- Evaluar la atribución de espectro en el contexto de cambios a la oferta y demanda que pueden haber suscitado en el curso del último periodo;

⁵² Ver la Recomendación UIT-R SM.1047 "Gestión nacional del espectro" adoptada en 1994; se actualizó en el 2012: Recomendación SM.1047-2 (09/2012) hacer referencia a esta, y actualizar contenido.

⁵³ Ver el informe UIT-R SM.2012-4. Aspectos económicos de la gestión del espectro, p. 11 y el informe UIT-R-REP-SM.2015. Métodos para la determinación de estrategias nacionales a largo plazo para la utilización del espectro radioeléctrico, p. 3.

⁵⁴ Op. cit., p. 8.

- Simular posibles modificaciones a la decisión estratégica; y
- Estimar los efectos sistémicos que esos cambios podrían tener en la atribución general del espectro.

5.4 La planificación de largo plazo y los ajustes tácticos deben establecer cuánto espectro debe ser distribuido y cuántos operadores deben participar en un mercado nacional

Más allá de los criterios tecnológicos, y de análisis de demanda de capacidad que guían la distribución de espectro, los gobiernos deben considerar en sus planes nacionales cual es el tipo de organización industrial y modelo de competencia que se pretende implantar en la industria de telecomunicaciones y TICs a nivel nacional. El análisis de estructura de mercado de las telecomunicaciones demuestra que existen puntos óptimos en la intensidad competitiva que favorecen los intereses de consumidores (menores precios, mayor innovación), al mismo tiempo que garantizan la sostenibilidad de largo plazo del sector (permitiéndole continuar con un nivel adecuado de inversión de capital). En este sentido, políticas de espectro que estimulen la competencia irrestricta entre múltiples (por ejemplo, cinco o más) operadores puede resultar en la generación de efectos de fricción (como baja rentabilidad, lo que lleva a salidas prematuras del mercado) que no favorecen el desarrollo armónico del sector. Esto aparenta ser el resultado de la experiencia de la reciente subasta 4G de Argentina donde, a pesar de la intención de promover la competencia más allá de los tres operadores existentes, reservando un bloque para un nuevo entrante, el cuarto oferente no pudo cumplir las condiciones, y el citado bloque debió ser reasignado a una empresa estatal.

Al mismo tiempo, políticas de distribución de espectro que conlleven la creación de duopolios pueden ser contraproducente desde el punto de vista de los consumidores⁵⁵. En este sentido, la distribución de espectro debe ser guiada por principios claros relacionados con el modelo de competencia que se intenta crear. Además, es conveniente analizar la experiencia internacional en términos de la cantidad de espectro que ha sido distribuido, y como ha sido asignado en términos del número de operadores o proveedores de servicios. Una fuente de información que podría ser útil para determinar esto es la base de datos de la UIT ICTEye, en donde se encuentran disponibles los resultados específicos sobre la asignación de espectro provenientes de la encuesta de la UIT sobre la Regulación⁵⁶.

5.5 Definir cuidadosamente el modelo de subasta adecuado

Desde la perspectiva del regulador, el diseño de una subasta y elección del modelo más adecuado debe tener en cuenta diferentes factores⁵⁷:

- Tipo de banda(s) a subastar
- Tipo de valoración de la banda (valor privado o común)
- Comportamiento de los participantes (Neutralidad o aversión al riesgo)
- Características deseadas para el nuevo mercado
- Tipo y cantidad de información a revelar sobre el desarrollo de la subasta
- Topes de espectro (multi-banda, multi subasta)
- Planes de subastas a medio y largo plazo

⁵⁵ Véase el caso hondureño, donde dos operadores controlan más del 99% de los usuarios. Santos, D. (2015). Aspectos económicos de asignación uso del espectro. Comisión Nacional de Telecomunicaciones (Gobierno de la Republica de Honduras. Presentación al taller sobre “Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico”. Managua, Nicaragua, 4 de septiembre 2015).

⁵⁶ <http://www.itu.int/net4/itu-d/icteye/FocusAreas.aspx?paramWorkArea=TREG>.

⁵⁷ Ver UIT (2014). *Res. 9: Participación de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias*. Ginebra, p. 12.

- Obligaciones de cobertura
- Cargas tributarias inherentes
- Compartición de infraestructura/ mercados secundarios

Es por ello, que las ANR deben evitar la copia mecánica de un modelo de subasta. La selección del modelo más adecuado deberá estar basada en las condiciones particulares del país, mercado, y del espectro a ser subastado⁵⁸. Es importante considerar, también, que los gobiernos deben decidir si el mecanismo de subasta es el más adecuado para alcanzar los objetivos establecidos. En términos genéricos, las subastas se consideran como mecanismo adecuado de gestión cuando la demanda de espectro es mayor que la oferta.⁵⁹

5.6 Considerar el desarrollo de mercados secundarios

El desarrollo de mercados secundarios⁶⁰ permitirá introducir mayor flexibilidad y eficacia en la utilización del espectro. Su introducción debe ser hecha de manera paulatina, para evitar que se produzcan distorsiones, como la acumulación, acaparamiento y el comportamiento especulativo⁶¹.

5.7 Considerar abordajes alternativos que permitan la utilización eficaz del espectro

El desarrollo tecnológico (en redes y equipamiento terminal) permite en la actualidad mecanismos de reutilización de frecuencias, lo que mejora la utilización eficaz de espectro. Es importante que la ANR comience a investigar la aplicación posible de tecnologías como los sistemas de utilización de espectro radioeléctrico determinados por programas informáticos y sistemas radioeléctricos cognoscitivos para aumentar la posible reutilización de un recurso escaso. La decisión de utilizar mecanismos de distribución de espectro que no respondan estrictamente a los principios de eficiencia económica como la subasta puede estar guiada y apoyada en los objetivos de desarrollo económico y social.

Asimismo, tal como lo demuestra la experiencia de países como Estados Unidos y el Reino Unido, la experiencia en la utilización de espectro de uso general para el despliegue de tecnologías Wi-Fi puede ser particularmente útil para la solución de problemas como la congestión de redes urbanas (mediante el enrutamiento y la coordinación de redes⁶²), y la oferta de banda ancha en zonas rurales y aisladas⁶³.

Estas tecnologías y mecanismos de asignación alternativos deben estar acompañados de una mayor flexibilidad en el marco jurídico que rige la utilización del espectro para adaptarse a las constantes innovaciones tecnológicas, así como las dinámicas del mercado.

En resumen, se debe tener presente que para efectos de atender la demanda creciente de tráfico, hay básicamente 4 opciones:

- Mejores Tecnologías--> más Mbps/MHz)
- Mayor reuso (fentoceldas etc.) más MHz/km²:
- Integración de redes (e.g. WiFi offload)

⁵⁸ En Nicaragua, la subasta de frecuencias en 1.7/1.8 GHz culminó con un solo oferente dado que los otros dos no cumplieron las formalidades establecidas en las bases de la licitación. Esto llevó a que el monto recaudado en la subasta haya sido significativamente menor (US\$ 10 millones) por la falta de competencia (Telcor, 2015).

⁵⁹ Ver UIT-D. *Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias (2010-2014)*. Ginebra, p. 12

⁶⁰ Ver UIT-R (2012). *Aspectos económicos de la gestión del espectro*. Ginebra, p. 95

⁶¹ Ver UIT (2014). *Res. 9: Participación de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias*. Ginebra, p. 29.

⁶² Ver Katz, R. (2014). *Assessment of the economic value of unlicensed spectrum*. New York: Telecom Advisory Services LLC.

⁶³ Ver Katz, R. y Beltrán, F. (2015) "Socio-economic impact of alternative spectrum approaches in Latin America". *Proceedings of the 9th CPR LATAM Conference*, Cancun, July 14-15th

- Más espectro

Por lo que la ARN debería considerar y evaluar estos aspectos, para determinar la necesidad real de espectro, y definir los indicadores de eficiencia espectral.

5.8 Desarrollar la capacidad interna dentro de la autoridad responsable de gestionar el uso del espectro para calcular el valor económico del mismo

El cálculo del valor económico del espectro a ser asignado permitirá determinar los ingresos a ser generados por una subasta. Esta valoración permitirá determinar el precio de reserva para cada bloque. Al mismo tiempo, permitirá definir los aranceles recurrentes a ser cobrados a los operadores, de manera tal que no los afecte en su sostenibilidad financiera. Para ello, y tal como se detalla en los capítulos precedentes, es necesario:

- Utilizar un análisis de precios comparables;
- Calcular el costo de oportunidad asociado con la participación en una subasta;
- Utilizar el resultante costo de espectro como insumo a la valoración total de despliegue de una red;
- Considerar factores macroeconómicos (por ejemplo, disponibilidad limitada de capital) o competitivos (por ejemplo, sobre-oferta de espectro o subastas en países vecinos) que podrían afectar negativamente la valoración⁶⁴.

5.9 Considerar que, en caso de que la asignación de espectro sea realizada mediante subastas, la falta de transparencia pueda afectar el valor económico estimado

La falta de transparencia o la opacidad en las reglas de conducción de una subasta incrementa el nivel de incertidumbre de los participantes⁶⁵. Un elevado nivel de incertidumbre implica que los oferentes deberán elevar el factor de riesgo en su valoración del espectro a ser subastado, lo que conlleva una disminución en el valor de la oferta. En este sentido, la claridad de reglas y transparencia en procesos no tienen solamente un valor jurídico; las mismas ayudan a disminuir el factor de riesgo en la valoración de ofertas y, por lo tanto, a incrementar el valor de las mismas. La transparencia resulta de la publicación de reglas claras que cubran todas las alternativas de acceso a espectro, un análisis del entorno de mercado, y modelo de competencia a seguir. La transparencia en procesos incluye no solo las reglas de la subastas sino todos los aspectos referentes a pagos, penalidades, permisos de construcción, etcétera.

5.10 Implementar de manera continua el análisis económico que permita maximizar los beneficios económicos y sociales derivados de una gestión apropiada del espectro

Más allá de los criterios de eficacia técnica y micro-económica que deben guiar las decisiones de asignación de espectro, es importante recordar que, en última instancia, el mismo es un recurso público fundamental para aumentar el bienestar económico y social de la población. En este sentido, las decisiones a adoptar en materia de gestión deben constantemente considerar, con base en un análisis económico riguroso (en este caso basado en el cálculo del excedente del consumidor), el impacto en los usuarios, en términos de calidad de servicio, cobertura, e innovación. Estos criterios deberán guiar no solo la elaboración del plan de largo plazo descrito arriba, sino también decisiones a ser tomadas en el marco del otorgamiento de licencias.

⁶⁴ Este podría ser el caso de la experiencia boliviana donde el precio por MHz en la subasta de frecuencias en 1.7/2.1 GHz y 700 MHz fue de US\$ 765,383, mientras que la estimación por precios comparables al PIB per cápita alcanza US\$ 1,373,218 (ATT, 2015).

⁶⁵ Ver UIT (2014). *Res. 9: Participación de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias*. Ginebra, p. 28.

5.11 Implementar cambios organizativos y de recursos humanos para construir la capacidad analítica interna en el organismo de gestión de espectro

En la medida de que cada decisión en materia de espectro involucra una serie de análisis económicos (valoración de bandas, análisis de impacto de decisiones de atribución, etc.), es fundamental que la entidad encargada de la gestión del espectro atraiga y capacite al personal encargado de llevar adelante dichos análisis, al mismo tiempo que sea capaz de aceptar de manera crítica todo insumo proveniente de usuarios de comunicaciones móviles, operadores, y fabricantes de equipamiento.

6 Conclusiones

El objetivo de este estudio ha sido formalizar directrices sobre política y aspectos económicos relacionados a la asignación y uso del espectro radioeléctrico. El propósito del mismo es contribuir a que tanto las ANR como los operadores puedan maximizar la utilización de este recurso escaso. Como lo fundamenta la literatura sobre el tema, la valoración económica del espectro representa uno de los pilares fundamentales para introducir eficiencia en la gestión y uso del espectro. Es por ello que se comenzó por definir los principios económicos que rigen la asignación y uso del espectro, incorporando en esta perspectiva, su valor social.

El principio de base se sustenta en el hecho de que el espectro es un insumo público escaso, variado, que no puede ser almacenado, pero puede ser negociado. Estas características requieren que el acceso y uso de espectro sea administrado por la autoridad pública. Esta administración incluye el planeamiento de su uso, el otorgamiento de autorizaciones y licencias y el monitoreo y control de su uso. La administración del espectro debe tender a maximizar tres objetivos: eficiencia económica, técnica y beneficio social. La eficiencia económica persigue la maximización del valor agregado de uso de los servicios producidos por el espectro disponible. La eficiencia técnica asegura la máxima utilización de espectro y la calidad de servicio. El beneficio social está basado en la creación de un modelo de competencia que asegure beneficios a los consumidores.

Habiendo fundamentado los principios económicos, técnicos y sociales que rigen la gestión del espectro, se estudiaron los diferentes modelos de su asignación así como detallado los diferentes modelos de subastas. Al mismo tiempo, se estableció que la selección del modelo adecuado debe estar basada en factores como la promoción de la asignación eficiente de espectro, el estímulo de competencia en la industria, el estímulo de participación en la subasta, la generación de ingresos para el gobierno, y el aumento de cobertura geográfica de redes. El principio a retener en este caso es que no existe un modelo único o mejor.

Más allá de los modelos clásicos de asignación administrativa y por subastas, se profundizó en dos mecanismos relativamente nuevos: el mercado secundario de licencias, y los diferentes modelos de compartición. En este contexto, se concluyó que, si bien varios países de América Latina tienen incluida la figura de cesión o arrendamiento de licencias para uso de espectro en el mercado secundario, no se han conocido al momento transacciones importantes. En lo que respecta al mecanismo de compartición, se estudiaron diversos mecanismos basados en la compartición de bandas de frecuencia, compartición de infraestructura, uso geográfico del espectro y bases de datos de geo-localización para el aprovechamiento de espacios en blanco, técnicas de radio cognitiva y de software, entre otros. Nuevamente, se considera que ésta es un área que amerita su evaluación por parte de las ANRs.

Una vez estudiados los diferentes modelos de asignación, se pasó a detallar las diferentes metodologías usadas para valorar espectro. La metodología más usada es la utilización de resultados comparables (*benchmarking*) basados en los resultados de subastas o transacciones secundarias precedentes, llevadas a cabo tanto en el mismo país como en otras naciones. Luego siguen los modelos de costos evitados, que calculan la inversión que debe ser hecha por los operadores para responder al aumento de tráfico en la red si no tuviesen acceso al espectro. La estimación del caso de negocio calcula el

beneficio financiero (en términos del flujo de caja descontado) derivado del acceso a bandas de espectro. La estimación del costo de oportunidad se basa en el cálculo del valor generado por el uso del espectro en aplicaciones alternativas diferentes de las telecomunicaciones móviles.

En particular, se estudió la metodología de valoración del espectro exento de licencias (conocido como bandas de uso general). En este caso se detallaron cuatro metodologías complementarias: su valor complementario a las licencias de uso exclusivo, el valor de tecnologías alternativas a servirse de la licencia, el valor de modelos de negocio alternativos, y el valor de expansión de redes públicas mediante la complementariedad de bandas de uso general. Metodológicamente, estos principios pueden también ser aplicados a la valoración del beneficio económico y social de bandas sujetas a la retribución del dividendo digital 1 o 2.

El tratamiento de los temas anteriores permitió la elaboración de líneas directrices que pueden ser utilizadas por las ANRs para la creación de una capacidad técnica de evaluación del valor económico del espectro, y específicamente para:

- Definir los objetivos nacionales de desarrollo económico y social que deban ser maximizados en la asignación y uso del espectro;
- Implementar la planificación de largo plazo en la asignación y uso de espectro basada en el análisis de impacto económico;
- Utilizar la planificación de largo plazo como marco de análisis que permita decisiones tácticas para adaptarse a cambios en el entorno;
- La planificación de largo plazo y los ajustes tácticos deben establecer cuanto espectro debe ser distribuido así como cuantos operadores deben participar en un mercado nacional;
- Definir cuidadosamente el modelo de subasta adecuado;
- Considerar el desarrollo de mercados secundarios;
- Considerar abordajes alternativos que permitan la utilización eficaz del espectro;
- Desarrollar la capacidad interna dentro de la autoridad responsable de gestionar el uso del espectro para calcular el valor económico del mismo; en este sentido es importante implementar los cambios organizativos y de recursos humanos necesarios para construir la capacidad analítica interna en el organismo de gestión de espectro;
- Considerar que, en caso de que la asignación de espectro sea realizada mediante subastas, la falta de transparencia puede afectar el valor económico estimado del mismo;
- Implementar de manera continua el análisis económico que permita maximizar los beneficios económicos y sociales derivados de una gestión apropiada del espectro.

Si bien no existe una “teoría general única” que prescriba como valorar y gestionar espectro de manera eficaz, la práctica regulatoria y las experiencias llevadas a cabo por otros países, han ayudado a definir un conjunto de herramientas, principios y líneas directrices que podrán ayudar a los gobiernos a administrar su uso en beneficio de la población de sus países.

Bibliografía

Alden, J. (2012). *Exploring the value and economic valuation of spectrum: GSR Advanced Copy*. Geneva: International Telecommunications Union. (<https://www.itu.int/pub/D-PREF-BB.RPT3-2012>)

Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transporte (Gobierno de Bolivia). *Asignaciones de Bandas de frecuencias para la prestación del servicio móvil*. Presentación al taller sobre “Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico”. Managua, Nicaragua, 4 de septiembre. (www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx)

Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (Gobierno de Panamá). *Situación actual del espectro radioeléctrico*. Presentación al taller sobre “Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico”. Managua, Nicaragua, 4 de septiembre. (www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx)

Bazelon, C. And McHenry, G. (2103). *The economics of spectrum sharing*. Presentation at the 41st Research Conference on Telecommunications Policy. March 31, 2013).

Beltrán, F. (2014). *Notas para el Seminario de Espectro Radioeléctrico*. Prepared for the “Seminario de capacitación y actualización DIRSI-CPR LATAM 2014, Bogotá-Colombia”. Auckland: University of Auckland.

Brake, D. (2015). *Coase and Wi-Fi: The Law and Economics of Unlicensed Spectrum*. Washington, DC: The Information Technology and Innovation Foundation.

Coase, R.H. (1959). “The Federal Communications Commission”. *Journal of Law and Economics*, Vol. 2 (Oct.), 1-40.

Cui, L., Weiss, M. (2013). *Can unlicensed bands be used by unlicensed usage?* Pittsburg, PA: University of Pittsburgh, School of Information Sciences, SSRN id. 2241744.

Industry Canada. *Consultation on Issues related to Spectrum Auctioning*, <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09441.html>.

ITU 2011 ICT Regulation Toolkit. Gestión del Espectro Radioeléctrico. Módulo 5. (www.ictregulationtoolkit.org/en/home)

ITU-D Comisión de Estudio 2, 4to. Período de Estudios (2006-2010). Informe sobre la Resolución 9 (Rev. Doha, 2006). *Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias*. Ginebra. (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.FEES-1-2010)

ITU-D informe Comisión de Estudios 2, Período 5to (2010-2014): Resolución 9: Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias (www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014)

ITU-R Report BT.2140-8 (February 2015): *Transition from analogue to digital terrestrial broadcasting* (www.itu.int/pub/R-REP-BT.2140-8-2015)

ITU-R Report SM.2353-0 (June/2015): The challenges and opportunities for spectrum management resulting from the transition to digital terrestrial television in the UHF bands (www.itu.int/pub/R-REP-SM.2353-2015)

ITU-R Manual: *Gestión nacional del espectro (ed. 2015)* (<http://www.itu.int/pub/R-HDB-21-2015/es>)

ITU-R Recomendación SM.1047-2(09/2012): *Gestión nacional del espectro* (www.itu.int/rec/R-REC-SM.1047-2-201209-l/es)

ITU-R Informe SM.2012-4 (06-2014): *Aspectos económicos de la gestión del espectro* (www.itu.int/pub/R-REP-SM.2012-4-2014/es)

ITU-R Informe SM.2093-2 (06-2015): Orientaciones sobre el marco reglamentario para la gestión nacional del espectro (www.itu.int/pub/R-REP-SM.2093-2-2015/es)

ITU Directrices para la Transición de la Radiodifusión analógica a la digital (2014):

(www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Guidelines%202014_BAT_S.pdf)

ITU Guidelines for the preparation of a National Table of Frequency Allocations (NTFA)

ITU A standard approach for assessing the spectrum management needs of developing countries

ITU Dividendo digital Información para las decisiones sobre el espectro

(<http://www.itu.int/en/ITU-D/Technology/Documents/Broadcasting/DigitalDividend.pdf>)

Katz, R. y Flores-Roux, E. (2011). *Beneficios Económicos del Dividendo Digital para América Latina*. Londres: GSMA

Katz, R. (2014). *Assessment of the economic value of unlicensed spectrum*. New York: Telecom Advisory Services LLC.

Katz, R. y Beltrán, F. (2015) "Socio-economic impact of alternative spectrum approaches in Latin America". *Proceedings of the 9th CPR LATAM Conference*, Cancun, July 14-15th

Katz, R. y Callorda, F. (2015). *The economic impact of telecommunications in Senegal*. New York: telecom Advisory Services LLC

Katz, R., Flores-Roux, E. and Callorda, F. (2014). *Social and economic benefits of using the lower portion of the UHF band for IMT*. New York: Telecom Advisory Services LLC

Lee, K., Lee, J., Yi, Y., Rhee, I. and Chong, S. (2010). "Mobile data offloading: how much can Wi-Fi deliver?" *Proceedings of the 6th International Conference of ACM*. NY, NY.

Marsden, R. (2011). *Introduction to spectrum auctions*. A presentation for the GSMA members Annual Spectrum Seminar. Armenia, Colombia, September 22.

Ovum (2015). *Consideraciones clave en los concursos de espectro móvil*. Informe a cet.la y GSMA.

Roeller, L-E, & Waverman, L. (2001). *Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach*. *The American Economic Review*, 91 (4), 909-923.

Santos, D. (2015). *Aspectos económicos de asignación y uso del espectro*. Comisión Nacional de Telecomunicaciones (Gobierno de la Republica de Honduras. Presentación al taller sobre "Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico". Managua, Nicaragua, 4 de septiembre. (www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx)

Scheker, L. (2015). *Situación del Espectro radioeléctrico en la Republica Dominicana*. INDOTEL (Gobierno de la Republica Dominicana). Presentación al taller sobre "Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico". Managua, Nicaragua, 4 de septiembre. (www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx)

SIGET (Gobierno de El Salvador). *Procedimientos actuales para la asignación de espectro radioeléctrico en El Salvador*. Presentación al taller sobre "Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico". Managua, Nicaragua, 4 de septiembre. (www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx)

Telcor (2015). Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (Gobierno de Nicaragua). Presentación al taller sobre “Directrices de política y aspectos económicos de asignación y uso del espectro radioeléctrico”. Managua, Nicaragua, 4 de septiembre.

(www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Pages/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir.aspx)

Vickery, William. (1961). “Counterspeculation, auctions and competitive sealed tenders”, *The Journal of Finance*, vol. 16, no. 1.

Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
Oficina del Director

Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza
Correo-e: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

Director Adjunto y
Jefe del Departamento de
Administración y Coordinación
de las Operaciones (DDR)
Correo-e: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Infraestructura,
Entorno Habilitador y
Ciberaplicaciones (IEE)
Correo-e: bdtiee@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Innovación y
Asociaciones (IP)
Correo-e: bdtip@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Apoyo a los
Proyectos y Gestión del
Conocimiento (PKM)
Correo-e: bdtipkm@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

África

Etiopía
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina Regional
P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Etiopía

Correo-e: itu-addis@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

Camerún
Union internationale des
télécommunications (UIT)
Oficina de Zona
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Camerún

Correo-e: itu-yaounde@itu.int
Tel.: +237 22 22 9292
Tel.: +237 22 22 9291
Fax: +237 22 22 9297

Senegal
Union internationale des
télécommunications (UIT)
Oficina de Zona
19, Rue Parchappe x Amadou
Assane Ndoye
Immeuble Fayçal, 4^e étage
B.P. 50202 Dakar RP
Dakar – Senegal

Correo-e: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 849 7720
Fax: +221 33 822 8013

Zimbabue
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona de la UIT
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792 Belvedere
Harare – Zimbabue

Correo-e: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 4 77 5939
Tel.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Américas

Brasil
União Internacional de
Telecomunicações (UIT)
Oficina Regional
SAUS Quadra 06, Bloco "E"
11^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasília, DF – Brazil

Correo-e: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

Barbados
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown – Barbados

Correo-e: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343/4
Fax: +1 246 437 7403

Chile
Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Casilla 50484 – Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chile

Correo-e: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

Honduras
Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.^o piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras

Correo-e: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 22 201 074
Fax: +504 22 201 075

Estados Árabes

Egipto
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina Regional
Smart Village, Building B 147, 3rd floor
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo – Egipto

Correo-e: itucairo@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asia-Pacífico

Tailandia
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
Thailand Post Training Center ,5th floor
111 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210 – Tailandia

Dirección postal:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Tailandia

Correo-e: itubangkok@itu.int
Tel.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

Indonesia
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
Sapta Pesona Building, 13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10001 – Indonesia

Dirección postal:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10001 – Indonesia

Correo-e: itujakarta@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322
Tel.: +62 21 380 2324
Fax: +62 21 389 05521

Países de la CEI

Federación de Rusia
International Telecommunication
Union (ITU)
Oficina de Zona
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscu 105120 – Federación de Rusia

Dirección postal:
P.O. Box 25 – Moscú 105120
Federación de Rusia

Correo-e: itumoskow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

Europa

Suiza
Union internationale des
télécommunications (UIT)
Oficina de Desarrollo de las
Telecomunicaciones (BDT)
Unidade Europa (EUR)
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza
Correo-e: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5111



Unión Internacional de Telecomunicaciones
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza
www.itu.int

ISBN 978-92-61-17824-6



Impreso en Suiza
Ginebra, 2016